An aerial photograph of a landscape, likely a wetland or marsh area, with a prominent river or water body on the left. The terrain is characterized by various shades of red, orange, and brown, indicating different vegetation types or soil conditions. A white polygon outline is drawn on the right side of the image, highlighting a specific area of interest. The text is overlaid on the image in a bold, sans-serif font.

REMOTE SENSING STUDIEPROJECT OOST GELDERLAND

DEELRAPPORT 5

VEGETATIEKUNDIG ONDERZOEK
Klassifikatie van biomassa en vegetatie

de Nies
Lebouille

12/203 (5)

821301

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

VEGETATIEKUNDIG ONDERZOEK IN OOST GELDERLAND

klassifikatie van biomassa en vegetatie

M.F.M. Lebouille
N. de Nies

Dit rapport is een bijdrage van het CABO Wageningen en het RIN
Leersum aan het Remote Sensing Studieprojekt Oost Gelderland.



15 OKT. 1984

BSN 207637-01

In het kader van het Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland zijn reeds verschenen:

Titel	Auteur	Datum
1. Beschrijving van het onderzoek	Projectteam Remote Sensing Studieproject	sept. 1981
2. Remote Sensing vluchten in 1982 en 1983: organisatorische aspecten	G.J.A. Nieuwenhuis	juni 1983
3. Bepaling van de regionale gewasverdamping met behulp van remote sensing in een studiegebied ten oosten van Hengelo (Gld)	H.A.M. Thunnissen en H.A.C. van Poelje	jan. 1984
4. Hydrologische beschrijving van een studiegebied rond het pompstation 't Klooster; toepassing van hydrologische modellen en remote sensing	H.A.M. Thunnissen	juni 1984
5. Vegetatiekundig onderzoek in Oost-Gelderland; classificatie van biomassa en vegetatie	M.F.M. Lebouille en N. de Nies	1984

INHOUD

	Pagina
HOOFDSTUK 1 : INLEIDING	1.0
HOOFDSTUK 2 : SPECTRALE EIGENSCHAPPEN GROENE VEGETATIE	2.1
HOOFDSTUK 3 : TOEGEPASTE REMOTE SENSING TECHNIEKEN	3.1
Luchtfotografie	3.1
Multispectrale scanning	3.1
HOOFDSTUK 4 : HET ONDERZOEKSGBIED	4.1
DE GRASLANDGEBIEDEN	4.1
Cortenoever	4.1
Het Klooster	4.4
DE NATUURGEBIEDEN	4.5
Het Korenburgerveen	4.5
Het Wooldse Veen	4.7
Het Stelkampsveld	4.9
Needse Achterveld	4.9
Teeselink Ven	4.11
De Snakenburgerheide	4.11
De Scholte	4.12
De Borkeld en het Elsenerveld	4.12
HOOFDSTUK 5 : METHODE	5.1
Planning vluchten	5.1
Vegetatiekartering natuurgebieden	5.4
Veldwerk voor het graslandenonderzoek	5.4
Digitale beeldbewerking	5.6
HOOFDSTUK 6 : KLASSIFIKATIE CORTENOEVER	6.1
HOOFDSTUK 7 : VEGETATIEKLASSIFIKATIE KORENBURGERVEEN	7.1
Methode	7.1
Voorbewerking	7.1
Invoer	7.3
Proefklassifikatie	7.3
Klassifikatie m.b.v. het BOX-CAR filter	7.6
Resultaten	7.10
De legenda-eenheden	7.10
BIJLAGE A : Literatuur	A.1
BIJLAGE B : Specificaties fotomateriaal	B.1
BIJLAGE C : Specificaties Daedalus scanner	C.1
BIJLAGE D : Specificaties spectrometer	D.1

VOORWOORD

Dankzij middelen uit het stimuleringsfonds van het ministerie van Landbouw en Visserij en het directoraat-generaal voor wetenschapsbeleid kon in 1981 worden gestart met het Remote Sensing Studie Projekt Oost Gelderland.

Doel van het projekt is het onderzoeken van de mogelijkheden van operationele toepassing van Remote Sensing in biologisch, agrobiologisch en hydrologisch onderzoek. Als proefgebied is de provincie Gelderland gekozen. Dit projekt loopt tot 1 januari 1985.

Aan het projekt wordt door de volgende instituten deelgenomen:

Centrum voor AgroBiologisch Onderzoek , Wageningen
Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen
Landbouwhogeschool , Wageningen
Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat , Delft
Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium , Amsterdam
Rijks Instituut voor Natuurbeheer , Leersum
Stichting voor Bodemkartering , Wageningen

Dit verslag bevat een tussentijdse rapportage van het aandeel van het CABO en het RIN in dit projekt wat betreft het onderzoek aan natuurlijke vegetatie en graslanden. Het onderzoek in de Borkeld en het Elsenerveld, waarover hier gerapporteerd wordt, is uitgevoerd door Hanneke van Poelje (I.C.W.). Voor het werk aan het Stelkampsveld en het Needse Achterveld wordt getekend door Evert Jan van Kootwijk (R.I.N.).

HOOFDSTUK 1

INLEIDING

In het onderzoek wordt vooral aandacht besteed aan de vraag of MultiSpectrale Scanning (MSS) opnamen een betrouwbaar beeld geven van de vochtigheidstoestand van de bodem en de reactie van het gewas daarop; van de floristische samenstelling van zowel natuurgebieden als kultuurgraslanden, en of er een betrouwbare maat voor de hoeveelheid bovengrondse biomassa is af te leiden uit deze reflectiebeelden.

De taak van het CABO omvat het vegetatiekundige deel van dit onderzoek. In samenwerking met het RIN wordt voor natuurterreinen in het onderzoeksgebied bekeken of verbanden tussen vegetatieopbouw (floristisch, fysiognomisch en temporeel) en hydrologie ook met behulp van R.S. kunnen worden onderzocht. De resultaten van een te ontwikkelen biomassakarteringsroutine voor graslanden zullen als invoer worden gebruikt voor modelberekeningen door het ICW. Dit om inzicht te krijgen in het verloop van het vochtgehalte in de wortelzone, de verdamping door het gewas en eventuele verdampingsreduktie als gevolg van droogte via de daarmee samenhangende gewastemperaturen.

Operationalisering van R.S. krijgt meer betekenis naarmate het gebied dat bestreken wordt groter is. Er is daarom groot belang bij het vinden van een snelle en betrouwbare methode ter bepaling van de biomassa in het veld, zodat in een korte tijd een groot aantal referentieobjecten kan worden bemeten. In dit kader wordt gezocht naar een methode waarmee door middel van het meten van reflectie, hoogte en bedekking van het gewas snel de biomassa kan worden bepaald. Over dit deelonderzoek wordt apart gerapporteerd.

In dit rapport wordt met name ingegaan op de beschrijving van het onderzoeksgebied. Daarnaast wordt een eerste klassificatie resultaat van een graslandgebied besproken. Dit betreft het onderzoeksgebied Cortenoever, gelegen in de uiterwaarden van de IJssel. Daarnaast is het eerste resultaat van een vegetatie- klassifikatie van MSS materiaal van het natuurterrein 'het Korenburgerveen' opgenomen.

HOOFDSTUK 2

SPECTRALE EIGENSCHAPPEN VAN GROENE VEGETATIE

Onder Remote Sensing wordt verstaan: -de minder gebruikelijke toepassingen even buiten beschouwing latend- het waarnemen van het aardoppervlak vanaf een afstand (in de praktijk vanuit de lucht of de ruimte), door middel van het vastleggen van elektromagnetische straling.

De door de zon uitgezonden straling wordt, afhankelijk van de eigenschappen van het objekt, meer of minder gereflekteerd. Bepalen we ons tot de vegetatie, dan zien we dat groene planten steeds ongeveer hetzelfde reflektiespektrum vertonen (fig.1): een lage reflectie in het zichtbare licht met een piekje in het groen, en een relatief hoge reflectie tot ongeveer 50% in het infrarood.

Het chlorofyl in de bladgroenkorrels is verantwoordelijk voor de geringe reflectie in het blauw en het rood. Dit licht wordt geabsorbeerd ten behoeve van de fotosynthese. Er zijn nog andere pigmenten, zoals carotenoiden werkzaam, maar die spelen ten opzichte van chlorofyl een ondergeschikte rol.

De rood absorptie is een actief proces. De transmissie door het blad is laag en daardoor is de rood reflectie direct gekoppeld aan het percentage zichtbaar bladoppervlak (de bedekking) en de activiteitstoestand van de plant. Naarmate de hoeveelheid groen blad of de fotosynthese toeneemt, wordt minder rood teruggekaatst. De rood reflectie zou een redelijke maat voor de bedekking kunnen zijn, ware het niet dat dit proces zich afspeelt in een gebied van enkele procenten van het totaal aan ingestraald licht. Een konstante afname kan niet lang doorgaan als het startpunt (de reflectie van kale grond) tussen de slechts 10 en 15% ligt (zie fig. 1). Bij hogere bedekking treedt verzadiging op: afhankelijk van de omstandigheden neemt de rood reflectie, wanneer een bedekking van 50 tot 80% is bereikt, niet verder af (UENK 1982).

Wat het infrarood betreft liggen de zaken anders. Deze straling wordt door de plant niet benut, maar zoveel mogelijk buiten gehouden om ongewenst opwarmen van het blad te voorkomen. In het blad kaatst het infrarood op de grensvlakken van celwand

SPECTRALE EIGENSCHAPPEN VAN GROENE VEGETATIE

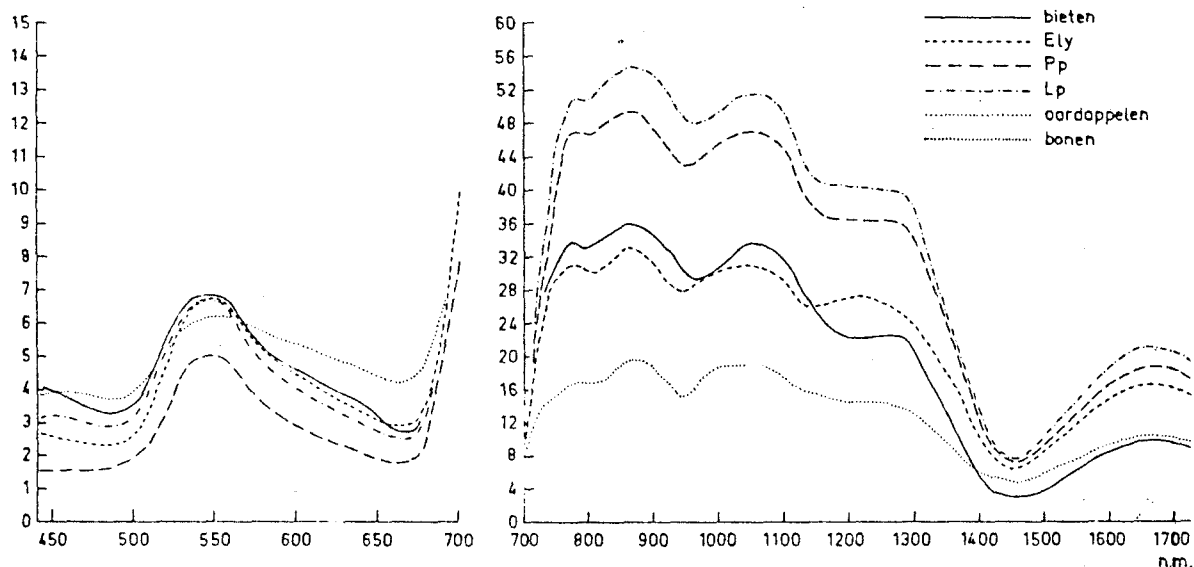


Fig.1 Spectrale signatuur van 6 landbouwgewassen.
Uit Van Kasteren & Uenk (1975).

en lucht heen en weer. Ongeveer 50% van het ingestraalde licht keert als reflectie terug. Wat overblijft wordt vrijwel in zijn geheel doorgelaten naar dieper gelegen bladlagen dan wel de bodem.

De infrarood reflectie is afhankelijk van de interne structuur van het blad en van de ruimtelijke verdeling van het gebladerte. De infrarood reflectie is belangrijk hoger dan die van de kale grond. Bij toenemende bedekking stijgt de infrarood reflectie; doordat het infrarood dieper in het gewas doordringt, houdt die stijging aan nadat de 100% bedekking is bereikt, soms tot een aantal bladlagen van 3 à 4. Infrarood wordt sterk geabsorbeerd door water en vochtige grond.

Indien het gewas sterk ruw is, wordt het licht tussen de bladeren zo vaak heen en weer gekaatsd dat het een deel van zijn energie verliest. Dit heeft een lagere reflectie tot gevolg.

In het kader van het studieproject wordt onderzocht of onder praktijk- omstandigheden de reflectie in het rood en het infrarood een betrouwbare maat kan geven voor de hoeveelheid bovengrondse biomassa.

HOOFDSTUK 3

TOEGEPASTE REMOTE SENSING TECHNIEKEN

Bij alle vluchten van het projekt zijn steeds tegelijkertijd luchtfoto's en MSS-opnamen gemaakt. Hieronder volgen enkele karakteristieken van beide technieken.

LUCHTFOTOGRAFIE

Projectie

Alle delen van de foto worden op hetzelfde moment belicht. De belichting vindt in principe plaats vanuit het centrum van de lens en veroorzaakt zo een centrale projectie. Overlappende foto's geven daardoor de mogelijkheid van stereovisie. Dat is een van de belangrijkste hulpmiddelen bij luchtfoto-interpretatie.

Resolutie

Het ruimtelijk oplossend vermogen (het kleinste waarneembare detail) is zeer hoog en nog door geen andere techniek te evenaren. Het spectraal oplossend vermogen daarentegen is niet zo hoog. Dat komt doordat de kleurlagen in de film voor een breed golflengtegebied gevoelig zijn en de contrastomvang van de film beperkt is. Stralingsintensiteiten worden als dichtheden van zilver of pigment in de film vastgelegd.

MULTISPECTRALE SCANNING (MSS)

Bij MSS wordt het grondvlak door de scanner lijn na lijn afgetast. Het verkregen analoge signaal wordt daarna zodanig opgeknipt in stukjes, dat van naast elkaar gelegen plekken (pixels) op de 'aftastlijn' afzonderlijke meetwaarden worden verkregen. Deze worden als een digitale waarde tussen 0 en 255 op magnetische band vastgelegd.

Projectie

MSS levert een soort cilindrische projectie. Tot nu toe

TOEGEPASTE REMOTE SENSING TECHNIEKEN

werden er geen beelden geproduceerd, waarmee stereovisie mogelijk is. Iets dergelijks is wel in ontwikkeling (SPOT sateliet en CAESAR airborne scanner).

Resolutie

De ruimtelijke resolutie is afhankelijk van de grootte van de opnemer (het lichtgevoelig element) en die van de scanner zijn een stuk groter dan de zilverzoutkorrels in de fotografische emulsie. Daardoor is de ruimtelijke resolutie laag.

Het spectraal scheidend vermogen van MSS is hoog: er kan in een groot aantal golflengtebanden worden opgenomen (van UV tot/met warmte) en per band kunnen de stralingswaarden tot in maximaal 256 niveaus als een digitaal getal op magnetische band worden vastgelegd. Dit geeft de gebruiker de mogelijkheid om berekeningen -zoals statistische bewerkingen, klassifikatie, etc- op een beeld uit te voeren.

HOOFDSTUK 4

HET ONDERZOEKSGBIED

Het onderzoeksgebied ligt in Oost Gelderland en is verdeeld in twee vluchtstroken (zie fig.2). De oost-west strook (1) loopt van Winterswijk via Hengelo (Gelderland) naar de IJssel bij Brummen, de noord-zuid strook (2) van Rijssen via Borculo naar Winterswijk. Deze stroken zijn ongeveer 6,5 km breed.

Als onderzoeksgebied is Oost Gelderland gekozen ondermeer vanwege de aanwezigheid van verschillende bodemsoorten. Vanaf de IJssel naar Winterswijk treft men achtereenvolgens aan: jonge rivierklei, oude rivierklei en zandgronden. Een pleistocene keileemlaag, die bij de IJssel tientallen meters diep zit, komt bij Winterswijk plaatselijk tot op 1 meter onder de oppervlakte. In de noord-zuid strook (Holterberg-Winterswijk) wordt aangetroffen: arme zandgronden, beekklei ten noorden van Borculo en ten westen van Neede, en vervolgens weer arme zandgronden. Daarnaast maken verschillen in hoogteligging van het terrein en de aanwezigheid van diverse onttrekkingen van freatisch grondwater de Achterhoek tot een interessant onderzoeksgebied.

Voor een algemene beschrijving wordt verwezen naar PROJECTTEAM REMOTE SENSING STUDIEPROJECT (1981).

Naast de 'hoge tracks' -de bovengenoemde oost-west en noord-zuid stroken- zijn zowel voor het onderzoek aan natuurlijke vegetatietypen als graslanden, diverse relatief kleine gebieden meer in detail opgenomen. Deze gebieden zullen in het onderstaande uitgebreid worden besproken.

DE GRASLANDGEBIEDEN

De twee detailgebieden voor het graslandenonderzoek liggen in de oost-west strook en worden achtereenvolgens behandeld.

CORTENOEVER

Het gebied beslaat ongeveer 200 ha en ligt in de uiterwaarden van de IJssel ten zuiden van Zutphen (gemeente

HET ONDERZOEKSGBIED

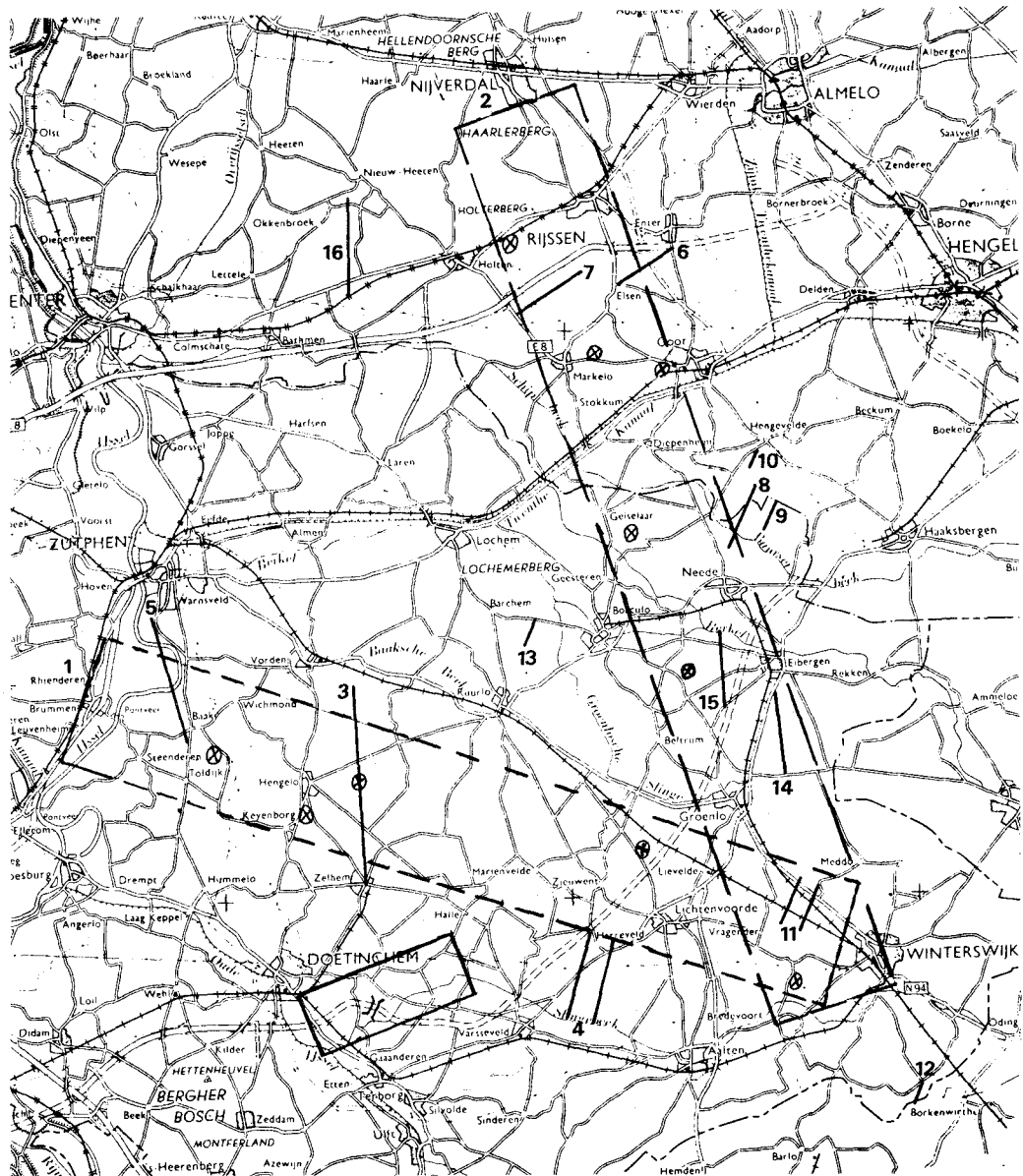


Fig.2 Ligging van de vluchtstroken in Oost Gelderland en Overijssel. De twee hoge vluchtstroken zijn omkaderd. Van de andere stroken zijn de vlieglijnen aangegeven

Brummen, TOPkaart 33D). Aan drie zijden wordt het gebied ingesloten door de IJssel. De westgrens wordt gevormd door de Bandijk (fig.2 strook 5).

De opbouw van het gebied is ontstaan door werking van rivier en wind vanaf het begin van het Holoceen. Het wordt gekenmerkt door ruggen van zand en lichte zavel, die parallel lopen aan de meander van de IJssel. Tussen de ruggen liggen kommen, waarin

HET ONDERZOEKSGBIED

zeer fijn materiaal is afgezet (zware zavel en klei). Sommige staan permanent onder water, en spelen een rol bij de ontwatering van het gebied. Doordat het IJsselwater relatief veel kalk bevat zijn de gronden van de uiterwaarden tamelijk kalkrijk. De zandruggen spoelen echter wat uit en zijn daardoor kalkarmer. Als gevolg van de geomorfologie van het gebied zijn er een aantal gradiënten voor handen: zand-klei, droog-nat, kalkarm-kalkrijk, warm-koud. De hoogteligging varieert van 4.5 m tot 9.5 m boven NAP.

Wat betreft agrarisch gebruik lag het accent in het noordelijk deel (de Reuversweerd) tot voor enkele jaren op de zeer intensieve veehouderij en in mindere mate op de akkerbouw. Tegenwoordig is er alleen nog sprake van extensieve veehouderij. De gronden in het zuidoostelijk deel (C.R.M. reservaat Heyendaal ongeveer 43 ha) worden vrij extensief beheerd. De bewerking geschiedt vrijwel uitsluitend met paardekracht. Het uiterwaardencomplex is grotendeels bedekt met graslanden, vaak gescheiden door fraai ontwikkelde meidoornhagen.

Vegetatie

Het verschil extensief/intensief beheer komt duidelijk tot uiting in de soortensamenstelling van de vegetatie: een grote botanische rijkdom in Heyendaal tegenover botanisch minder interessante graslanden in het noorden.

Zoals gezegd is het gebied Heyendaal botanisch erg belangwekkend. In het gebied komen bijna 300 soorten hogere planten voor, waaronder zeldzame tot zeer zeldzame. De lage delen van het grasland staan onder invloed van grond- en rivierwater. Daar treft men het zilverschoonverbond (*Agropyro-Rumicion crispi* -16Ab-) aan met plaatselijk de raaigras-weegbree associatie (*Lolio-plantaginetum* -16Aa1-). Daar, waar niet regelmatig overstroming plaatsvindt, zoals op de hogere delen van de weilanden, in wegbermen etc., komen droge stroomdalvegetaties voor met o.a. het verbond van droge kalkgraslanden (*Mesobromion* -21Aa-), het vetkruidverbond (*Sedo-Cerastion* -20Bb-) en het Marjoleinverbond (*Trifolion medii* -31Aa-). De overige graslanden vallen onder de kamgrasweide (*Lolio-Cynosuretum* -25Ba3-), plaatselijk vermengd met de glanshaver associatie (*Arrhenatheretum* -25Ba-).

In de Meidoornhagen vindt men een vrij volledig ontwikkelde vertegenwoordiging van de sleedoorn orde (*Prunetalia spinosae* -34A-). In sloten en open water komt plaatselijk het verbond van kleine kroos (*Lemnion minoris* -1Aa-) voor.

De vegetatie langs heggen en perceelsranden wordt gekarakteriseerd door het verbond van kleeftkruid en look zonder look (*Galio-Alliarion* -17Ab-).

Het noordelijk deel van Cortenoever wordt gekenmerkt door soortenarm kultuurgrasland (*Poo-Lolietum* -16AB8-), een verruigde vorm daarvan, het kweekgrasland en het akkerkersgrasland (*Rumici-Alopecuretum geniculati* -16Ab2-).

Referenties: Wijlens en Winterman (1978), Bannink en Pape

HET ONDERZOEKSGEBIED

(1978), Staats Bosbeheer (1980), Jongman en Leemans (1982).

HET KLOOSTER

Het gebied rond het pomstation 'het klooster' is voor het ICW het belangrijkste proefgebied voor het onderzoek naar de effecten van grondwateronttrekking op het gewas en de eventueel hierdoor veroorzaakte droogteschade. Berekeningen hiervan worden geëxtrapoleerd over de hele strook. Voor deze berekeningen zijn gegevens nodig over grashoogte, bedekking en bovengrondse biomassa tijdens de vlucht. Vandaar het belang van het vegetatiekundig onderzoek voor het hydrologisch onderzoek.

Het gebied is voor het grootste gedeelte bedekt met cultuurland op voornamelijk veldpodsolen. Hier en daar liggen beekeerd en enkeerdgronden.

In eerste instantie zijn 22 proefpercelen gekozen met een zo groot mogelijke variatie in grondwatertrappen en bodemgesteldheid, en waar mogelijk dicht bij een grondwaterpeilbuis. Het droogste grasland heeft grondwatertrap VI, het natste III.

Voor een gedetailleerde beschrijving van de bodemstructuur en -opbouw wordt verwezen naar THUNNISSEN & VAN POELJE (1984).

HET ONDERZOEKSGBIED

DE NATUURGEBIEDEN

De provincie Gelderland herbergt enkele grote, en veel kleine natuurgebieden. Om naast de informatie uit literatuur extra en actuele gegevens over de staat van de terreinen te verkrijgen, heeft het RIN een enquête gehouden onder de eigenaars/beheerders van de terreinen. Op grond van de uitkomst van deze enquête en een oriënterend veldbezoek zijn een aantal terreinen uitgezocht, die qua vegetatie variëren van hoogveen tot vochtige en droge heide. In het onderstaande volgt een beschrijving van de geselecteerde natuurterreinen.

HET KORENBURGERVEEN

Het natuurgebied (200 ha, gemeente Winterswijk) is eigendom van verschillende particulieren, waaronder de Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten in Nederland en ligt ongeveer 5 km ten noord-westen van Winterswijk (fig.2 strook 11). Het wordt doorsneden door de spoorlijn Zutphen-Winterswijk. Het terrein bestaat uit drie delen: het Meddosche Veem ten noorden van de spoorlijn, het Vragenderveen ten zuidenwesten ervan, en in het zuidoosten het Corleseveen (=Korenburgetveen s.s.). Het is een typisch komveen. De bodem ligt in het centrum 1,5 meter lager dan de rand, die zich op ongeveer 29 m. boven NAP bevindt. Het complex heeft zich ontwikkeld in een tertiair fluviatietal, dat gedeeltelijk werd gevuld met keileem en grofzandige afzettingen. In het Laatglaciaal werd dit dal verder opgevuld met dekzand van eolietische aard. Mineraalrijk water uit de omgeving stroomde in het slecht afwaterende bekken en er ontstond een met riet en zegge begroeid moeras. In dit moeras begon de veenvorming. Het veenpakket werd geleidelijk aan steeds dikker. Mineraalarm regenwater werd door dit veen vastgehouden, en verdunde de mineralenvoorraad. Veenmos, dat onder deze omstandigheden prima gedijt, verzuurt de bodem. Hierdoor wordt de afbraak van dode plantenresten vrijwel stilgelegd. Onder deze omstandigheden (voedselarm, nat en zuur) ontwikkelde zich uiteindelijk een hoogveenvegetatie. In natte periodes werd overvloedig water via oppervlakkige afstroming geloosd. Het watervasthoudend vermogen van het gebied is in de loop der tijd agetast door o.a. vervening en heideontginning rondom het veen. Naast deze verstoring zorgde de toenemende agrarische activiteit in de hoger gelegen gebieden in de buurt van het reservaat voor eutrofiering van het veenwater.

Flora en vegetatie

Het Vragenderveen bestaat hoofdzakelijk uit parallel lopende zetwallen (ribben of dijken), met daartussen hoogveen slenkvegetaties. Dit patroon is ontstaan door het steken van turf, wat tot kort na de oorlog hier gedaan is. Het

HET ONDERZOEKSGBIED

oorspronkelijke veenpakket is nog terug te vinden in de zetwallen, die dienst deden als weg of legakker.

De zetwallen zijn begroeid met berkenbroek (*Betuletum pubescentis* -36Ab1-). In de boomlaag vrijwel uitsluitend zachte berk (*Betula pubescens*), die door de extreme groeiomstandigheden (hoge zuurgraad, periodiek of doorlopend droog) gemiddeld niet hoger wordt dan ongeveer 6 m. In de ondergroei treft men soorten aan als dopheide (*Erica tetralix*), struikheide (*Calluna vulgaris*), blauwe en rode bosbes (*Vaccinium myrtillus* en -*vitis-idea*) en het pijpestrootje (*Molinia caerulea*).

In de hoogveen slenkvegetatie tussen de zetwallen treedt hergroei van veen op. De dikte van de laag is minimaal 120 cm, ongerijpt en niet veraard, met een pH tussen de 3 en 4.

In de minst verlande turfaten treft men de waterveenmos-sociatie (sociatie van *Sphagnum cuspidatum* -28Aa7-) aan. Deze bestaat uit *Sphagnum cuspidatum*, soms vergezeld van veenpluis (*Eriophorum angustifolium*). De meer verlande putten herbergen de veenmos-snavelbies associatie (*Sphagno-Rhyngosporetum albae* -28Aa1) met daarin als kenmerkende soorten *Drosera intermedia* en *Rhyngospora alba*.

De dopheide-hoogveenmos associatie (*Erico-Sphagnetum magellanii* -29Ba1-) vormt tamelijk droge bulten in de verlande veenputten. Kenmerkende soorten: dopheide, veenbes (*Oxycoccus palustris*), lavendelheide (*Andromeda polifolia*) en eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*).

Daar waar het grondwater relatief grote schommelingen vertoont vindt men de veenpluis-veenmos sociatie (sociatie van *Eriophorum angustifolium* en *Sphagnum apiculatum* -28Aa5-), voornamelijk bepaald door *Sphagnum recurvum* en veenpluis.

Het veen wordt naar de noord- en westkant van het komveen geleidelijk dunner. Hier komen associaties voor uit de gewone zegge-orde (*Caricetalia nigrae* -27A-), de Scheuchzeria-orde (*Scheuchzerietalia palustris* -28A-) en uit de dopheide-orde (*Ericetalia tetralices* -29A-). In deze zogenaamde laggone komen naast *Sphagnum cuspidatum*, -*recurvum* en -*fimbricatum*, ruwe berk, pijpestrootje en dopheide ook klein blaasjeskruid (*Utricularia minor*), waterdrieblad (*Menyanthes trifolia*), melkeppe (*Peucedanum palustre*) en verschillende zeggesoorten voor.

De noord- en westrand van het Vragenderveen worden gevormd door het eiken- berkenbos (*Querceto-roboris-Betuletum* -37Aa1-). Dit type is sterk antropogeen beïnvloed en maakt daardoor een heterogene indruk. Dominante soorten zijn o.a.: zomereik, zwarte els (*Alnus glutinosa*), pijpestrootje en bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*).

Op enkele plaatsen, zoals op de grens van het Vragender- en het Korenburgerveen, komen goed ontwikkelde gagelstruwelen (*Myricetum gale* -32Aa1-) voor. Zij hebben afgezien van het voorkomen van gagel geen enkele floristische gelijkenis.

HET ONDERZOEKSGBIED

Het milieu in het Korenburgerveen s.s. is voedselrijker dan in de omgeving en bevat een grotere variatie in bodemtypen. Daardoor verschilt de vegetatie nogal sterk met die van het Vragender- en Meddosche veen: de typische afwisseling van dijkvegetatie en hoogveen slenkvegetatie ontbreekt hier.

Het gebied wordt gekenmerkt door mesotrofe en eutrofe wilgenbroekstruwelen (*Alno-Salicetum cinereae* -32Aa2-) met soorten als grauwe wilg (*Salix cinerea*), zachte berk, vuilboom (*Frangula alnus*), kruipend struisgras (*Agrostis canina*) en stijve zegge (*Carex hudsonii*). Meer naar de rand van het veen toe ligt het elzenbroekbos (*Carici elongatae-Alnetum* -35Aa1-) met soorten als grauwe els, hennegras (*Calamagrostis canescens*), bitterzoet (*Solanum dulcamare*), grauwe wilg en gele lis (*Iris pseudacorus*). De rand van het gebied wordt gevormd door een algemeen bostype van het ruigt elzenbos met o.a. zwarte els (*Alnus nigra*) en bitterzoet.

Buiten deze bostypen ligt er in het veen nog ongeveer 3 ha schraal grasland (onbemest hooiland). Dit wordt slechts eenmaal per jaar in augustus gemaaid. Het maaisel wordt afgevoerd. In deze graslanden groeien en bloeien vertegenwoordigers van het gewone- en zompzegge verbond (*Caricion curto-nigrae* -27Aa-), het biezenknoppen-pijpestrootje verbond (*Junco (subuliflori)-Molinion* -25Ac-), het dotter verbond (*Calthion palustris* -25Aa-) en elementen van de dopheide associatie (*Ericetum tetralicis* -29Aa-).

Aktuele bedreiging van het Korenburgerveen

Door de infiltratie van landbouwwater ontstaat er een versterkte oscilatie van de grondwaterstand. Het binnenkomende water is vaak mineraalrijk. Dit alles heeft tot gevolg dat de nog resterende hoogveenrelicten zwaar onder druk komen te staan en de rietvegetatie zich uitbreidt.

Referenties: Te Riele en Geenen (1978), Stortelder (1978), Bink en Van Wirdum (1979), Kemmers (1982).

HET WOOLDSE VEEN

Het gebied (38 ha, gemeente Winterswijk, TOPkaart 41G) ligt ongeveer 7 km ten zuiden van Winterswijk tegen de Duitse grens. Het bestaat uit een hoogveenrelict met daaromheen bomen en grasland, en vormt een geheel met het in Duitsland gelegen Burloërven.

Het veen is een van de schaarse hoogvenen in Nederland waar na turfwinning weer secundaire hoogveengroei plaatsvindt in turfgaten. Het terrein ligt op de rand van een naar het oosten hellend plateau. Een ondoorlaatbare keileemlaag (Saalien) zorgt voor stagnatie van grondwater. Deze keileemlaag is afgedekt met fijn dekzand uit het Weichselien (plaatselijk minder dan 80 cm, en alleen in het oosten meer dan 1.20 m. dik).

De stagnatie van het grondwater gaf in het Atlanticum

HET ONDERZOEKSGBIED

aanleiding tot veengroei. Hieraan werd in de vorige eeuw een halt toegeroepen door ontwatering en ontginning van de vochtige heide in de omgeving. Het veenpakket in het centrale deel heeft een dikte van 100 tot 140 cm en bestaat uit oorspronkelijk oligotroof veen.

De ontwatering van het gebied vindt plaats door oppervlakkige afstroming en door middel van watertransport door het veen en het dekzand.

Flora en vegetatie

In het centrum van het terrein treedt secundaire veengroei op. Daaromheen ligt een rand die tijdens drogere perioden uitdroogt, waardoor mineralisatie optreedt. Hier ontwikkelen zich vegetatietypen van de wat voedselrijke milieus zoals riet- en zeggevegetaties. Nog meer naar buiten wordt het droog genoeg voor de ontwikkeling van boom- en struikvegetaties (berken- en wilgenbroeken en berkenbossen). Op de nog drogere en rijkere gronden ontstonden bossen met o.a. Zomereik.

De vegetaties van de veenputten in het centrum van het gebied behoren tot het snavelbiesverbond (*Rhynchosporion albae* -28Aa-). In de minst verlande putten treft men een vegetatie aan van de waterveenmos-sociatie (Sociatie van *Sphagnum cuspidatum* -28Aa7-). Echt hoogveen groeit in de sterkst verlande putten en op de randen tussen de putten. De aspectbepalende soort is hier eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*). Kenmerkende soorten zijn verder nog veenbes (*Oxycoccus palustris*) en dopheide (*Erica tetralix*). Bij de meeste putten groeit het veenmospakket boven het water uit. Het behoort tot de veenpluis-veenmos sociatie (sociatie van *Eriophorum angustifolium* en *Sphagnum apiculatum* -28Aa5-), met o.a. de veenmossoorten *Sphagnum cuspidatum*, *S. fimbriatum* en *S. subsecundum*. De zachte berk (*Betula pubescens*) is de aspectbepalende soort van de veendijken. De ondergroei wordt gedomineerd door rode bosbes (*Vaccinium vitis-idaea*) en o.a. pijpestrootje (*Molinia caerulea*) en struikheide (*Calluna vulgaris*). Op enkele plaatsen (o.a. de natte veendijken) komt de dopheide associatie (*Ericetum tetralicis* -29Aa2-) voor. In de rand rond het centrum is de ontwatering het meest zichtbaar. Hier heeft zich een echt berkenbos ontwikkeld met op de drogere stukken *Molinia* in de ondergroei. De natste stukken van deze rand behoren tot de associatie van sporkehout en geoorde wilg (*Frangulo-Salicetum auritae* -32Aa2-).

De berkenbossen en -struwelen worden opgevolgd door het eiken-berkenbos (*Querceto robori-Betuletum Molinietorum* -37Aa1) op de droge gronden en de elzen subassociatie van het eiken-berkenbos (*Querceto-Betuletum Alnetosum*) op de natste delen.

Referenties: De Kock en Lems & Van Loen (1952), Van Heyst e.a. (1981).

HET ONDERZOEKSGBIED

HET STELKAMPSVELD

Het Stelkampsveld is een bijna 4 ha. groot natuurreservaat, gelegen tussen Borculo en Barchem op het voormalig landgoed en huidig W.V.C. reservaat Beekvliet. Op een kleine oppervlakte komen hier een aantal voor Nederland zeldzame biotopen voor, waarin veel zeldzame en beschermde plantensoorten groeien. Het Stelkampsveld mag dan ook een uniek reservaat genoemd worden met een grote natuurwetenschappelijke waarde.

Geomorfologie en waterhuishouding

Het Stelkampsveld is gesitueerd in een relatief laag gelegen dekzandrug zonder veen. Door het afgraven van zand in vroeger tijden is het maaiveld nog verder verlaagd, en is bovendien een geaccidenteerd terrein ontstaan. Hierdoor komen er gradiënten voor in de diepte van het grondwater ten opzichte van het maaiveld, wat een zeer wisselende vegetatie tot gevolg heeft. In het dekzand is over het hele terrein een podsol ontstaan, zelfs in de laagste gedeelten. De ondergrond (0.5-2.5m) bestaat uit matig fijn tot grover grindhoudend zand met het karakter van een beek- of rivierafzetting. Op de laagste delen, die 's winters langdurig onder water staan, ligt een moerige laag van gemiddeld een decimeter.

Algemene typering van de vegetatie

De lage delen bevatten gezelschappen van stijve zegge (*Carex hudsonii*) en pijpestrootje, de hogere delen zijn heideschraal graslanden met struikhei en dophei. Daartussen ligt een blauwgrasland. Verder zijn er wilgen/berkenbroekbossen aan te treffen, en een oligotroof ven. Bijzondere soorten die in het Stelkampsveld voorkomen zijn o.a.:

parnassia (*Parnassia palustris*), spaanse ruiter (*Circium dissectum*), vlozegge (*Carex pulicaris*), blauwe zegge (*Carex panicea*), melkviooltje (*Viola stagnina*), welriekende nachtorchis (*Platanthera bifolia*), klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*), wolverlei (*Arnica montana*), Oeverkruid (*Littorella uniflora*), kleine zonnedauw (*Drosera intermedia*) en de gevlekte orchis (*Orchis maculata*).

Referenties: Staats Bos Beheer (1961), Wijlens (1983).

NEEDSE ACHTERVELD

Het Needse achterveld is gelegen in de gemeente Neede (TOPkrt. 34B/E/G.) en beslaat een oppervlakte van 68 ha, voor het grootste gedeelte aaneengesloten, met enkele kleine stukjes verspreid eromheen.

Het is als vochtig tot nat heidegebied een restant van een landschapstype dat rond de eeuwwisseling nog grote oppervlakten in de Achterhoek besloeg, maar dat nu goeddeels verdwenen is. Het terrein omvat vochtige heidegezelschappen, drassige

HET ONDERZOEKSGBIED

laagten, vennetjes, broekbossen, dennen- en loofbossen. In het midden van het terrein ligt een stuifzandrug. De gemiddelde terreinhoogte is ongeveer 16.5 m boven NAP. Afgezien van de stuifzandrug is er weinig reliëf.

Bodemtype en waterhuishoudig

De bodem bestaat uit lage tot middelhoge, kalkarme, lemige en niet-lemige fijnzandige zandgronden. Hierin zijn kamp-, veld- en haarpodsolen tot ontwikkeling gekomen.

Het grondwaterpeil schommelt rond maaiveldhoogte; 's winters staan gedeelten onder water. Door verbeteringswerken aan het drainagesysteem in de omgeving van het reservaat is de grondwaterstand gedaald.

Algemene typering van de vegetatie

Over grote delen van het terrein vormt een gezelschap van het dopheiverbond (*Ericetum tetralicis* -29Aa-) de voornaamste begroeiing. Deze is vaak vergrast met pijpestrootje, op de wat hogere delen met bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*). In de dopheidevegetaties komen plaatselijk vennen voor en moerassige laagten die zijn begroeid met veengezelschappen van het dopheide-veenmosverbond (*Erico* -*Sphagnion* -29Ba-). De hogere delen zijn begroeid met heidevegetaties van het struikheide-kruipbremverbond (*Calluno*-*Genistion pilosae* -30Ba). Er komt veel gagel (*Myrica gale*) voor; deze soort heeft zich waarschijnlijk sterk uitgebreid. Op de stuifzandruggen staan enkele struwelen van jeneverbess (*Juniperus communis*). De moerasbossen horen tot de associatie van sporkehout en geoorde wilg (*Frangulo*-*Salicetum auritae*). Het naalldhout bestaat voornamelijk uit grove den (*Pinus sylvestris*) met japanse lork (*Larix leptolepis*) en fijnspar (*Picea abies*). Buiten de broekbossen komen verder nog enige loofhout opstanden voor met zomereik (*Quercus robur*), ruwe berk (*Betula pendula*) en zachte berk (*Betula pubescens*).

Op paadjes en open plekken in de vochtige heide zijn vegetaties van het witte snavelbiesverbond (*Sphagno*-*Rhynchosporium albae* -28Aa1-) te vinden. Incidenteel komen verarmde vormen van de veelstengelige waterbies-associatie (*Eleocharitetum multicaulis* -6Aa1-) voor.

Enkele karakteristieke soorten:

Dopheide, klokjesgentiaan, gagel, beenbreek (*Narthecium ossifragum*), veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*), bruine en witte snavelbies (*Rhynchospora fusca* en - *alba*), veenpluis, in en langs de vennen knolrus (*Juncus bulbosus*), ronde en kleine zonnedauw (*Drosera rotundifolia* en - *intermedia*).

Referenties: Wartena & De Smit (1955), Staats Bos Beheer (1974).

HET ONDERZOEKSGBIED

TEESELINK VEN

Het gebied beslaat een oppervlakte van 16 ha in de gemeente Neede (TOPkaart 34E) en is eigendom van de stichting 'Het Gelders Landschap'. Oorspronkelijk was het een vochtig heideterrein dat 's winters onder water stond. In het verleden heeft men hier baggerturf gewonnen en later het aldus ontstane water vergroot tot een ringvormige vijver en als ijsbaan in gebruik genomen.

Geologisch gezien hoort het gebied tot een glaciale dalopvulling. De bodem bestaat uit middelhoge fijnzandige zandgronden (STIBOKA 1955).

Flora en vegetatie

De begroeiing rond het ven bestaat tegenwoordig uit loofbos van voornamenlijk berken met ook wilgen, eiken en een enkele grove den. Na het graven van de ijsbaan traden er soorten op die thuishoren in een matig oligotroof milieu met sterk wisselende waterstand. De hier voorkomende associatie van veelstengelige waterbies bevat soorten als : oeverkruid (*Littorella uniflora*), kleine waterweegbree (*Echinodorus ranunculoides*), kruipende waterweegbree (*E. repens*), moerassmele (*Deschampsia setacea*), vlottende bies (*Scirpus fluitans*) en moerashertshooi (*Hypericum elodes*).

Helaas is door de algemene daling van de gemiddelde waterstand ten gevolge van ruilverkaveling in de buurt de botanische betekenis van het gebied sterk achteruit gegaan. Dit uit zich in het veelvuldig voorkomen van soorten die typisch zijn voor een storingsmilieu, zoals kruipend struisgras (*Agrostis canina*), kattestaart (*Lythrum salicaria*), waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*), riet (*Phragmites communis*), gele lis (*Iris pseudacorus*) en wederik (*Lysimachia vulgaris*).

Als maatregel tegen deze verstoring is bij wijze van proef in de winter van '82-'83 een gedeelte van de venbodem verlaagd. Over resultaten hiervan is ons nog niets bekend.

Referenties: Van der Voo en Leentvaar (1959), Schimmel (1970).

DE SNAKENBURGERHEIDE

Dit W.V.C. terrein (11 ha, gemeente Haaksbergen, TOPkaart 34E) ligt ten zuiden van de gemeente Hengevelde in Overijssel. Het gebied omvat vochtige heide (ongeveer 25% van de oppervlakte) en bostypen van berken en dennen. De bodem bestaat uit zwak lemig fijn zand. Na 1950 is ten gevolge van beekverbetering in de omgeving de grondwaterstand gedaald.

Bijzondere soorten die er voorkomen: blauwe zegge (*Carex panicea*), klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) en veenbies (*Scirpus caespitosum*).

Referenties: Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten in Nederland (1980).

HET ONDERZOEKSGBIED

DE SCHOLTE

Het W.V.C. terrein De Scholte (13 ha, gemeente Diepenheim, TOPkaart 34G) ligt ten zuiden van de gemeente Hengevelde. Het reservaat ligt op zwak lemig zand en bevat hoofdzakelijk vochtige tot droge heide vegetaties. Daarnaast komen er lichte bostypen van berk en den voor met op de hogere, matig droge zandruggen hier en daar zomereik (*Quercus robur*).

Het grootste deel van de open vegetatietypen bestaat uit een Erica vegetatie met daarin plaatselijk *Molinia*.

In het midden en noorden van het terrein bevinden zich enkele ondiepe vennen die periodiek geheel droogvallen. In de lage delen groeit *Molinia* in hoge pollen met daartussen plekken zonder vegetatie. Enkele bijzondere soorten van het gebied zijn: klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), blauwe zegge (*Carex panicea*), witte en bruine snavelbies (*Rhynchospora alba* resp. *fusca*) en kleine zonnedauw (*Drosera intermedia*); de laatste drie op een afgeplagd stukje.

Sinds de ruilverkaveling Brammelo-Rietmolen van 1960 heeft het gebied te lijden van een grondwaterstandsval. De lagere delen aan de noordzijde worden voedselrijker o.i.v. het aangrenzende kultuurland.

Referenties: Reynders (1966), Anonimus, Schimmel e.a. (1972).

DE BORKELD EN HET ELSENERVELD

Dit natuurreservaat ligt in de gemeente Markelo (Overijssel) binnen de driehoek Holten-Rijssen-Markelo, grotendeels ten zuiden van de E8. Het terrein beslaat een oppervlakte van ca. 380 ha en bestaat voor een groot deel uit bos (loof en naalddhout), heide en hoogveen, met daarnaast grasland en bouwland. De hoogteligging varieert van ongeveer 14 tot 40 m boven NAP.

Geologie

Het gebied is geologisch zeer gevarieerd. Het fundament wordt gevormd door gelijkmatige, waarschijnlijk fluviatiele glauconiethoudende zanden. De vorm van het terrein is voornamelijk ontstaan in het Saalien, toen een ijslob het gebied bedekte, waarbij in het westen de huidige Holterberg, in het zuiden de Friezenberg en in het oosten de 'stuwwal van Rijssen' ontstonden. In de daarop volgende ijstijd, het Weichselien, werden onder invloed van het heersende toendraklimaat grote hoeveelheden zand verplaatst. Een groot deel van het gebied raakte met deze dekzanden bedekt. In het Holoceen is een lager gelegen nat gedeelte opgevuld met veen, terwijl veel dekzand -mede door toedoen van de mens- opnieuw is gaan stuiven (stuifzand).

Invloed van de mens

De vondsten van grafheuvels en oude vergravingen duiden op

HET ONDERZOEKSGEBIED

een eeuwenoude bewoning. De mens heeft dan ook een duidelijk stempel gedrukt op het gebied.

Landbouw en turfwinning hebben het landschap sterk beïnvloed. Men probeerde de heide vrij van opslag te houden ten behoeve van het laten grazen van de schapen en het plaggensteken. Vooral boeren uit de omtrek staken turf. Hierdoor ontstonden talloze kleine veenputten. Van recente datum zijn de klei- en zandafgravingen voor baksteenfabrikage voor de (huizen-)bouw en de aanleg van de E8 in de zeventiger jaren.

Waterhuishouding

Het reservaat wordt gekenmerkt door een overgang van uiterst droge zandgronden naar zeer nat veen. Het veen, dat als een kom tussen de omringende stuwwallen in ligt, wordt gevoed door het uit deze wallen uitzakkende water. In het veen blijft het water staan als gevolg van slecht doorlatende kleilagen. Daardoor stagneert er soms water op plaatsen, die t.o.v. de omgeving hoog liggen. Op enkele plekken treedt kwel op.

In het oostelijk deel van het veen ligt een afvoersloot voor de ontginning van de zuid-oosthoek, die in 1978 gedempt is. Voor die tijd was de invloed ervan niet erg groot door de sterk belemmerende meerbodemiaag van het veen. Toch is -voor het winnen van turf- het veen vroeger ontwaterd geweest. Er zijn aanwijzingen voor een grondwaterstandsaling van 50 tot 80 cm uit die tijd. Van veel grotere invloed op de grondwaterstand zijn de grondwaterwinningen en de uitvoering van de ruilverkaveling Holten-Markelo, waardoor de grondwaterstand tussen 1950 en 1975 ca. 2 meter is gedaald.

Door bemesting op het ontgonnen perceel heeft er enige eutrofiëring van het grondwater plaatsgevonden.

Vegetatie

In het algemeen wordt een vegetatie aangetroffen, die duidt op een arm milieu. De hogere delen van het terrein zijn voornamelijk begroeid met zowel loof- als naaldbos. Grove den komt hier doorgaans voor op de stuifzanden. Daarnaast is er op het drogere deel een droge heide- en grasvegetatie met struikheide, dophei, schapegras, borstelgras, gewoon struisgras en enkele korstmossen, waaronder rendier- en bekertjesmos.

Het vochtige deel, dat een overgang vormt van het hogere en drogere naar het lagere en nattere gebied, wordt gekenmerkt door een natte pijpestrootje-heide. Hier komt vooral dophei, struikheide, pijpestrootje en schapegras voor.

In het veen wordt een vegetatie met wisselende dominantie van pitrus en pijpestrootje en een veenmosvegetatie met soorten als veenpluis en snavelzegge aangetroffen. Het veenpakket varieert in dikte van ca 40 tot 150 cm. In het westen is het het dikst. Het bestaat bovenin uit heide- en veenmosveen.

Door het hele gebied heen is er opslag. Op de drogere delen met grove den, jeneverbes, lijsterbes (*Sarothamnus scoparius*), ruwe berk, zomereik, en in de laagten geoorde wilg (*Salix aurita*), vuilboom, zomereik en ruwe berk.

HET ONDERZOEKSGBIED

Beheer

Tot in de zestiger jaren is er enige schapenbeweiding geweest. Tegenwoordig wordt de heide in het gebied kunstmatig in stand gehouden d.m.v. maaien. In het veen probeert men de hergroei van veenmos op gang te brengen. Hiertoe heeft men de oostelijke sloot gedempt, zodat de afwatering is verminderd en de grondwaterstand gestegen. Pitrus wordt uit de veenputten gemaaid en afgevoerd.

Om het open karakter van het heide - en veenlandschap te bewaren wordt opslag van bomen zoveel mogelijk verwijderd. In het noorden echter -langs de E8- wordt het bos en struweel gehandhaafd.

Referenties: Mörzer Bruijn, M.F. (1950), Gaasenbeek, H. (1959 en (1961), Bakker, P.A. (1963), Hoeve, J ter (1966), Bannink, J.F. & J.C. Pape (1968), Hulshof, J & H.N. Leys (1975).

HOOFDSTUK 5

METHODE

De procedure van het onderzoek is in principe verlopen volgens schema 1. Dit schema wordt gevolgd bij het beschrijven van de gevolgde methode. Aandacht zal worden besteed aan :

- * Planning van de vluchten
- * Vegetatiekartering Natuurgebieden
- * Veldwerk voor het graslandenonderzoek
- * Digitale beeldbewerking

PLANNING VAN DE VLUCHTEN

Voor het laten uitvoeren van een vlucht dienen enkele keuzen te worden gemaakt. Die betreffen de opnametechniek, het opnamemateriaal, de schaal/vlieghoogte en het moment waarop te vliegen.

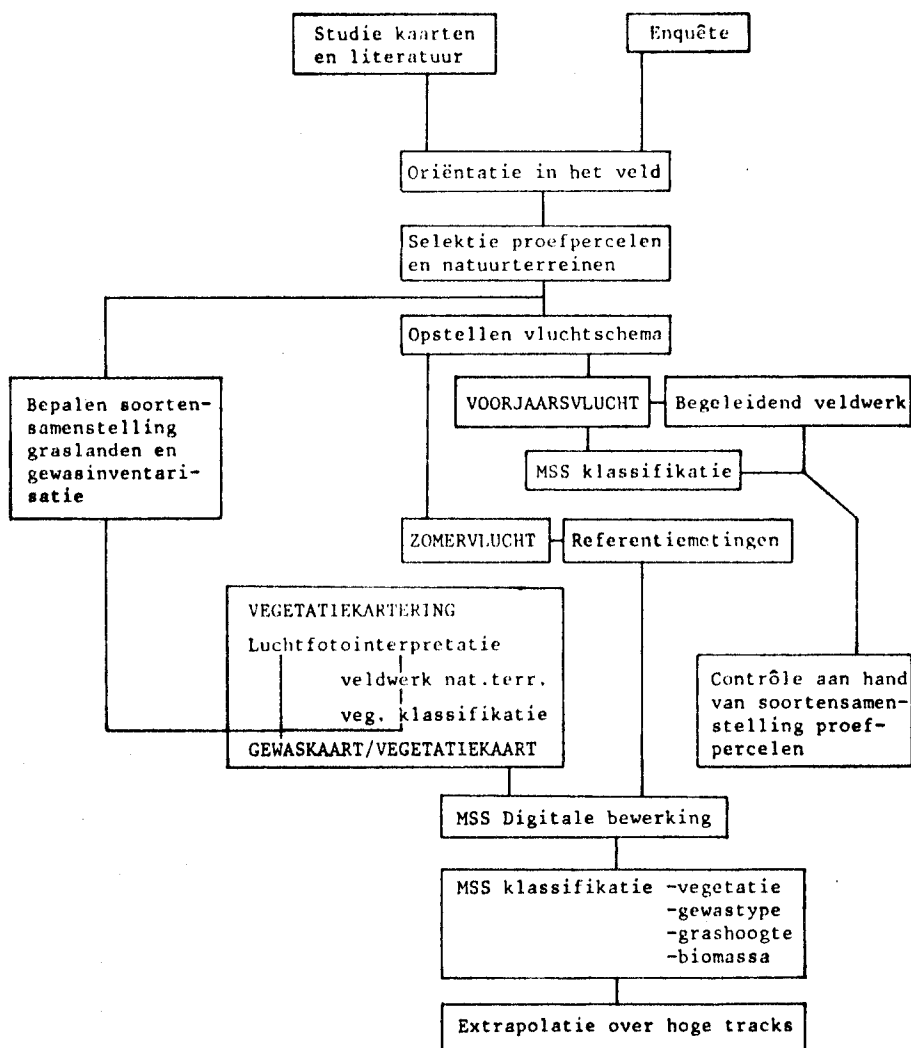
Opnametechniek/materiaal

Het projekt draait om de toepassing van MSS. Luchtfotografie als aanvulling is in dit stadium van het onderzoek onontbeerlijk.

De MSS opnamen zijn gemaakt met behulp van een DAEDALUS 1240/1260 digitale multispektrale scanner. Van het opgenomen materiaal zijn Computer Compatible Tapes besteld van de banden 5 (groen), 7 (rood) en 9 (nabij infrarood). Zie voor specificaties van scanner en opgenomen banden bijlage C.

Voor de luchtfotografie is het type film van belang. Hoewel het verschil in informatie-inhoud tussen zwart-wit PAN en kleuren-infrarood dan wel niet zo sterk in het voordeel van False Colour is, als men vaak suggereert, is wel voor de laatste gekozen vanwege de hoge beeldkwaliteit van de diapositieven, en de plezierige hanteerbaarheid op een lichttafel. Naast bovengenoemde vluchten, die alle door de firma EUROSENSE zijn uitgevoerd, is twee maal een proef genomen met multispectrale fotografie (MSF) op klein formaat (Hasselblad 6x6), uitgevoerd door de afdeling Landmeetkunde van de Landbouw Hogeschool Wageningen. Dit om na te gaan in hoeverre dergelijk

METHODE



Schema 1. Stroomschema onderzoek

fotomateriaal bruikbaar is voor vegetatiekundig onderzoek.

Schaal/Vlieghoogte

De breedte van de "hoge tracks" was al vastgelegd, hetgeen -door de vaste opnamehoek van de scanner- automatisch de vlieghoogte bepaalde. Daarnaast is voor de proefgebieden zodanig gevlogen, dat er een zo gunstig mogelijk evenwicht was tussen de grootte van het gebied, de voor verschillende toepassingen optimale schaal, en de hanteerbaarheid van de hoeveelheid opnamemateriaal.

METHODE

Dientegevolgde zijn de hoge tracks opgenomen vanaf 5000 m (fotoschaal 1:35.000), het "Klooster" van 2000m (1:13.000) en de overige gebieden op een hoogte van rond de 1000m (1:7.000). Voor nadere specificaties wordt verwezen naar bijlage B en NIEUWENHUIS, G.J.A. (1983).

Vliegtijdstip

Niet alleen de vlieghoogte en schaal zijn belangrijk bij de opname, maar zeker ook het moment van vliegen. Het graslandenonderzoek is vooral gericht op het onderzoek naar de relatie tussen de floristische samenstelling en bovengrondse biomassa van het grasland, en het door de multispectrale scanner opgenomen reflectiebeeld.

Uit de eerste bewerkingen van scanneropnamen van 'het klooster' uit de zomer van 1982 bleek, dat verschillen in biomassa als gevolg van maaien een zodanig effect op de reflectie (en dus op het MSS-beeld) hebben, dat verschillen in soortensamenstelling hierdoor volledig worden overschaduwd. Wil men verschillen in soortensamenstelling afleiden uit een MSS-beeld, dan zal dit moeten zijn opgenomen voor de eerste beweiding of het maaien van de eerste snede.

In het cultuurgrasland worden de biotische en abiotische factoren die de grasgroei bepalen, in hoge mate door de boer gecontroleerd. Verschillen in soortensamenstelling kunnen daarom eigenlijk alleen nog tot uiting komen als verschillen in vochtigheidsindicatie. Er van uitgaande dat variaties in vochtigheidstoestand in het voorjaar een ongelijke temperatuurverdeling in de bodem ten gevolge zullen hebben en dat de grasgroei op warmere grond eerder start dan op relatief koude grond, zouden, door MSS opnamen te maken tijdens deze periode verschillen in soortensamenstelling kunnen worden vastgelegd als verschillen in groeisnelheid. De achterstand van de koude grond wordt echter snel ingehaald. Daardoor valt het gunstigste tijdstip voor een voorjaarsvlucht binnen een tijdsinterval van enkele dagen. Als indicatie lijkt het bereiken van een temperatuursom van 200 graden een redelijke richtlijn (JACHTENBERG, W.D. 1962). Toch zal het nodig blijven om de ontwikkeling van de grasgroei gedurende die periode nauwlettend in het veld te volgen.

MSS opnamen uit de zomermaanden zijn geschikt voor het bestuderen van de natuurlijke vegetatie, die zich dan goed ontwikkeld heeft. Daarnaast is eventueel gewasherkenning en biomassaschatting met deze beelden mogelijk.

Voor het graslandenonderzoek was in 1982 en 1983 een voorjaarsvlucht en een zomervlucht gepland. Gedurende de zomervlucht zijn ook de natuurgebieden opgenomen.

METHODE

VEGETATIEKARTERING NATUURGEBIEDEN

Om een overzicht te krijgen van de vegetatieopbouw in de natuurgebieden is daarvan een luchtfotointerpretatie uitgevoerd. Cortenoever vormt een overgang tussen natuurterrein en agrarisch produktiegebied; de geomorfologie van het terrein speelt plaatselijk een grote rol; en het is daarom als natuurgebied behandeld.

De vegetatie is gekarteerd volgens de klassieke methode van vegetatiekartering mbv. luchtfoto's:

Op grond van een combinatie van fotokenmerken, zoals verticale en horizontale structuur, patronen, en vooral reliëf, wordt onderscheid gemaakt in verschillende terreintypen. Elk terreintype kan weer worden onderverdeeld, meestal op structuur van de vegetatie (hoogte, patronen, mozaïeken, etc.) en textuur en kleur in verschillende -voorlopige- vegetatie-eenheden.

De zo ontstane -voorlopige- vegetatiekaart dient als uitgangspunt voor het opstellen van een veldwerkschema. Uiteindelijk wordt alleen op de voor de onderscheiden eenheden representatieve plaatsen gemonsterd. Voor de meeste natuurterreinen heeft het veldwerk bestaan uit het geven van een typering van de vegetatie als aanvulling op literatuurgegevens, dan wel uit het opnemen in de schaal van Tansley (BROWN, D 1954). Behalve het Stelkampsveld en het Needse Achterveld, want die zijn in het kader van een doctoraalonderzoek opgenomen in de schaal van Braun Blanquet.

Ordinatie en klassifikatie van de verkregen floristische gegevens levert een aantal vegetatieklassen op. Die worden geprojecteerd over de eenheden van de voorlopige vegetatiekaart en zo ontstaat de definitieve vegetatiekaart. Deze kaart dient later als referentie voor het beoordelen van het op het grafisch systeem geklassificeerde MSS beeld.

VELDWERK VOOR HET GRASLANDONDERZOEK

De 'hoge tracks' (eerder genoemde oost-west en noord-zuid stroken) beslaan enkele honderden vierkante kilometers, en zijn daardoor te groot om tijdens een vlucht goed te kunnen bemonsteren. Daarom is gekozen voor de methode waarbij enkele representatieve gebiedjes in detail worden onderzocht tijdens het seizoen, en gedurende de vlucht worden bemonsterd. Als voor deze detailgebieden een bevredigende beeldbewerking is ontwikkeld, kan deze worden geëxtrapoleerd over de hele strook.

De nadruk is vooral komen te liggen op de oost-west strook. Hierin zijn -naast Cortenoever en het Klooster- de volgende detailgebieden gekozen:

MARIENVELDE en WINTERSWIJK

METHODE

In het gebied bij Marienvelde zijn een serie grote en homogene percelen uitgezocht die tijdens de vlucht worden bemonsterd. Het gebiedje vormt een overgang naar de situatie van Winterswijk. Ten westen van Winterswijk ligt een strook met daarin verspreid 4 grote proefpercelen. Het is het hoogst gelegen detailgebied. Hier liggen dekzanden met plaatselijk keileemlagen in de ondergrond. De waterhuishouding van deze streek is daardoor vrij gecompliceerd. Beide detailgebiedjes zijn niet alleen tijdens de vluchten, maar ook tijdens het seizoen bezocht voor het onderzoek met de handspectrometer.

Of het gewas en de vegetatie nu wordt opgenomen mbv. luchtfotografie of dmv. MSS scanning, de vastgelegde stralingsintensiteiten blijven relatieve waarden. Om hieraan een konkreter betekenis te kunnen geven, blijft het nodig om op een aantal punten in het veld zowel gedurende het seizoen als tijdens de vluchten zelf gegevens te verzamelen.

Tijdens de vluchten zijn vooral die eigenschappen bepaald, die aan snelle verandering onderhevig zijn en snel kunnen worden bepaald:

Hoogte: De gewashoogte werd gemeten mbv. een tempex meetschijf (voor specificaties zie bijlage D). Als gewashoogte van een perceel wordt het gemiddelde van 10 willekeurig in het perceel gesitueerde meetpunten genomen.

Bedekking: geschat als een gemiddelde over het perceel.

Reflektie: Mbv. een veldspektrometer is rondom het tijdstip van vliegen de reflectie van het gewas in drie banden (groen, rood, i.r.) gemeten. Zie voor specificaties bijlage D.

Bijzonderheden: aan/afwezigheid van vee, gebruik van drijfmest, vochtigheid van de toplaag van de bodem etc. worden genoteerd. Ook wordt van elk perceel een kleurenfoto gemaakt.

Deze opnamen worden op een standaardformulier genoteerd en nemen weinig tijd in beslag, zodat op een dag vele percelen kunnen worden bezocht.

In de dagen na de vlucht worden alle vaste percelen opnieuw afgelopen. Dan wordt wederom -verspreid over het perceel- 10 maal de grashoogte gemeten en 6 maal volgens de 'Ranked Sets' methode (MCINTYRE 1952) een oppervlak van $0,2 \text{ M}^2$ geknipt. Van elk monster wordt later in het lab het vers- en drooggewicht bepaald.

Gedurende het seizoen wordt van zowel natuurterreinen als graslanden de niet- momentgebonden informatie verzameld, zoals soortensamenstelling, gewastype, ligging van het terrein, etc. In de graslanden is de frequentie van de aanwezige soorten

METHODE

bepaald volgens DE VRIES, D.M. & TH. DE BOER (1959) m.b.v. raampjes met een oppervlak van 20x20 cm. Van het gebied "het Klooster" is daarnaast van de stroken, die door de detailopnamen van 1982 resp. 1983 worden gedekt, een complete gewasseninventarisatie gemaakt en op kaart vastgelegd.

DIGITALE BEELDBEWERKING

Voor het bewerken van de digitale scanneropnamen staan twee operationele systemen ter beschikking: het GRAFISCH SYSTEEM van de LH Wageningen en het RESEDA SYSTEEM van het NLR in Amsterdam. Tot nu toe is om redenen van praktische aard het meest gewerkt en dus ervaring opgedaan met het grafisch systeem van de LH, reden waarom we aan de hand van dit systeem de beeldbewerkingsprocedure beschrijven. Deze beschrijving gaat voorbij aan alle aspecten die met de 'hardware' te maken hebben. Het gaat in dit kader louter om de aard en mogelijkheden van de programmatuur.

Nadat de betreffende opname van tape -waarop hij wordt aangeleverd- is ingelezen op disk, is er het programma ONEBAN om een beeld te creëren op de monitor. Dit programma biedt onder andere de mogelijkheid het beeld te scalen ter verkrijging van een maximaal contrast, en bepaalde helderheidsnivo's tussen zelf te bepalen grenzen door middel van slicing te isoleren: het gewenste helderheidsgebied wordt gekleurd of alles daarbuiten zwart gemaakt. Van het hele beeld of een -eventueel uitvergrootde- deel ervan kunnen histogrammen worden geproduceerd.

Vertoont het beeld een duidelijke intensiteitsgradiënt, bijvoorbeeld als gevolg van de zonnestand, dan kan dit worden gecorrigeerd met het programma CORBAN. Hierbij wordt de gemiddelde dichtheid per kolom (rij pixels in de vliegrichting) bepaald. Aan de hand van de middelste kolom (recht onder het vliegtuig) wordt voor de rest van het beeld een korrektiecurve berekend.

Kombinaties van beelden zijn op verschillende manieren mogelijk. Met TRIBAN kan men tot drie banden over elkaar projekteren, zo een colour composit producerend. Voor allerlei berekeningen en ratio's met verschillende banden staat het programma COMBAN ter beschikking.

Voor klassifikatie van een beeld is een serie van programma's beschikbaar. In volgorde van het uitvoeren van een beeldklassifikatie worden hier de belangrijkste behandeld.

Met FEABAN kunnen pixels met behulp van een joystick op het scherm worden aangewezen. Elk aangewezen pixel verschijnt in een zelf te bepalen kode in de feature space van twee gekozen banden op het scherm. De coördinaten van de trainingspixels worden vastgelegd.

PIXVAL zoekt, tot voor een maximum van 8 banden, de intensiteiten bij de door FEABAN vastgestelde coördinaten, REATAB leest die waarden in voor het PATIMA-pakket waarvan SIMMAT

METHODE

de rij opent met het berekenen van een similariteitsmatrix. Er kan gekozen worden uit 19 verschillende criteria. In dit onderzoek is steeds gerekend met de Mean Character Difference. Deze wordt als volgt berekend:

$$MNCH = \text{SUM}(X[i] - Y[i]) / N$$

Hierin zijn $X[i]$ en $Y[i]$ de waarden van de te vergelijken pixels in de i -de band. N is het aantal banden.

Met CLITER worden de trainingspixels geklassificeerd. Men kan een gewenst aantal klassen opgeven en een klusterkriterium kiezen (Ward's, Nearest Neighbour, Maximum likelyhood etc.). Tevens moet een grenswaarde worden aangegeven waarbinnen pixels wèl bij een kluster horen, en waarbuiten niet. DENDRO berekent een dendrogram en print dat uit.

CLAFST verzorgt de uiteindelijke klassifikatie van het beeld met behulp van de door CLITER bepaalde karakteristieken en kent elke klasse een kleur toe. Elk pixel krijgt de kleur van de klasse waartoe hij behoort: de klassifikatie staat op het scherm.

Eventueel kan de kleurkodering worden gewijzigd met het programma CHANGE en het beeld van tekst worden voorzien met het programma TEXT.

Tot zover enige karakteristieken van de programmatuur van het grafisch systeem van de LH Wageningen.

HOOFDSTUK 6

KLASSIFIKATIE CORTENOEVER

Aan de hand van luchtfoto-interpretatie en veldgegevens zijn in het gebied Cortenoever 14 eenheden onderscheiden: naast open water, bos en kaal zand, 11 typen grasland, variërend van zeer kort gemaaid tot dicht en hoog, en van egaal tot zeer rommelig.

Deze eenheden zijn de computer aangeboden in de vorm van in totaal 67 trainingspixels. Hiervan is een similariteits matrix berekend met de Mean Character Difference. Vervolgens zijn de trainingspixels geklassificeerd volgens de WARD methode. Een dendrogram (fig.3) kan daarbij een uitstekend inzicht geven in de 'verwantschap' van de ingevoerde pixels.

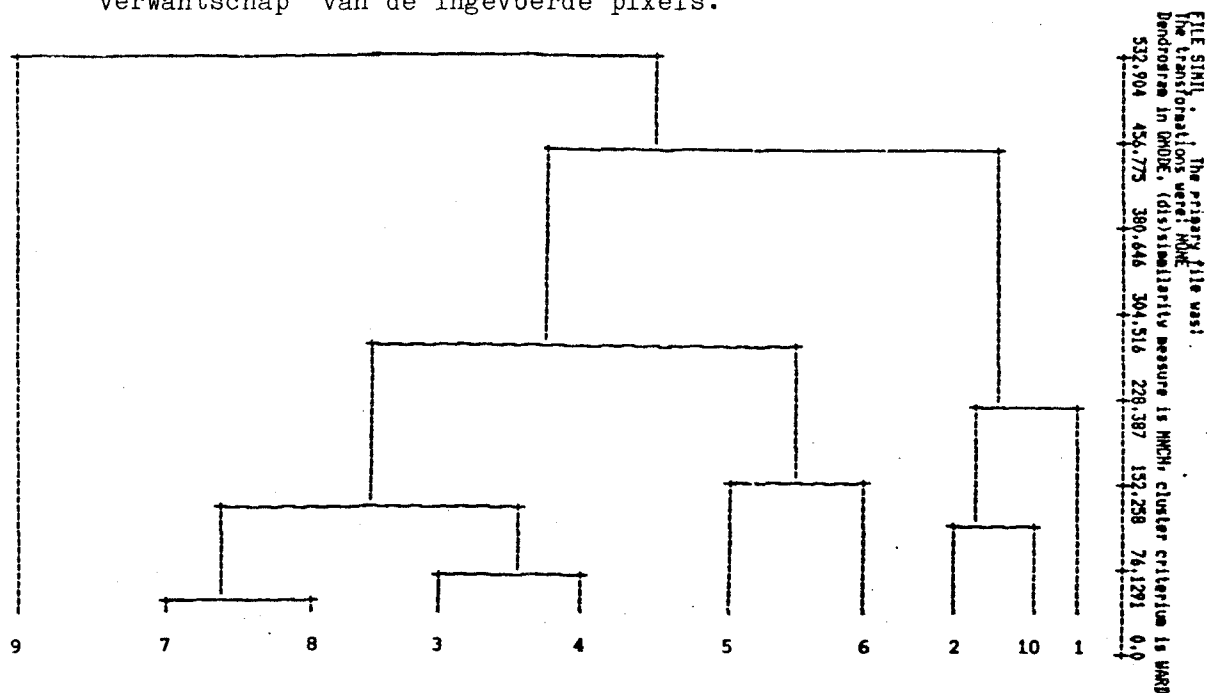


Fig.3 Dendrogram Cortenoever

Ook kan hieruit het gewenste aantal klusters worden afgelezen. Dat zijn er in dit geval 10: bij een kleiner klusteraantal zouden de klusters te inhomogeen worden, verschillende graslandtypen komen dan samen in één cluster terecht.

KLASSIFIKATIE CORTENOEVER

Accepteren van meer dan tien klusters zou een uitsplitsing van terreinen opleveren, die op grond van de veldgegevens niet te onderscheiden zijn. Tevens wordt dan het kaartbeeld te onrustig. Het aantal MSS-klassen wordt uiteindelijk dus kleiner dan het oorspronkelijk aantal onderscheiden typen grasland.

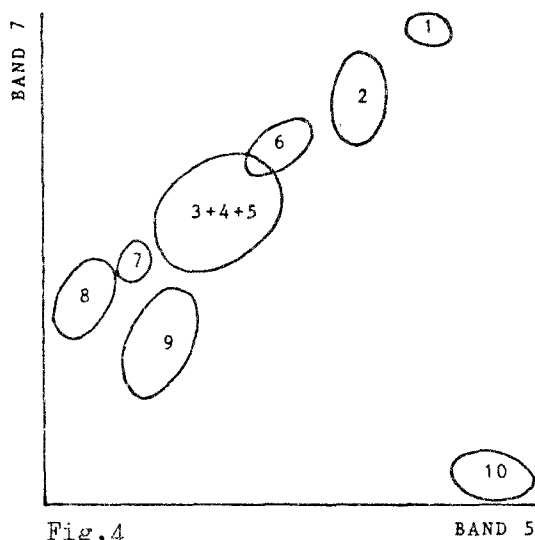


Fig.4

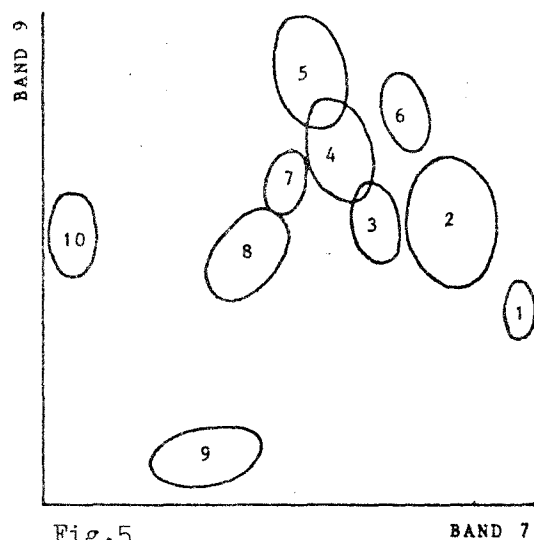


Fig.5

FEATURE SPACE PLOTS

- 1 Verslemp land
- 2 Stoppel en pas gemaaid gras
- 3 Grasland, bed. tot 80%, grashoogte tot 10 cm, biomassa 70/270 g/m² droog/vers
- 4 Grasland, bed. ± 80%, grashoogte 10-15 cm, biomassa 78/340 g/m² ,,
- 5 Grasland, bed. ± 100%, grashoogte 20 cm, biomassa 93/360 g/m² ,,
- 6 Verruigd grasland, bed. 80-100%, 60 cm, biomassa 300/1250 g/m² ,,
- 7 Mais
- 8 Bomen
- 9 Open water
- 10 Kale zandrug

In de Feature Space Plots (fig.4 en fig.5) zijn enige stralingskarakteristieken en algemene kenmerken van de verkregen klusters gegeven.

In fig. 4 zijn de stralingsintensiteiten uitgezet van band 5 (groen) tegen band 7 (rood). Even afgezien van klasse 10 valt het op hoe sterk de groen en rood reflectie zijn gekorreleerd. We vinden hier het algemene beeld, dat bij oplopende biomassa (klusters 2-(3+4+5)-7-8) de groen en rood reflectie afneemt. Enerzijds door actieve absorbtie, anderzijds waarschijnlijk doordat de structuur van het gewas ruwer wordt, zodat meer licht wordt ingevangen en het gewas niet meer kan verlaten.

Eenheid 6 verstoort dit beeld enigszins, maar hier speelt mee dat dit type ten tijde van de vlucht veel bloeiende en vruchtpluisdragende planten (zoals akkerdistel) bevatte, hetgeen de relatief hoge groen en rood reflectie aannemelijk maakt.

Opvallend is tevens dat de groepen 3, 4 en 5 één wolk vormen, en niet te scheiden zijn.

Wat er met groep 10 aan de hand is, is tot op heden niet

KLASSIFIKATIE CORTENOEVER

geheel duidelijk. Het betreft hier een kale zandberg, die dus in de buurt van kluster 1 zou moeten zitten. Een geringe rood reflectie en een hoge groen reflectie zou bij normale blauw reflectie cyaankleurig zand opleveren. Deze kleur is niet waargenomen in het veld. Mogelijkerwijs zijn bij de voorbewerking een aantal pixels met een zeer hoge rood-reflectie ongemerkt "doorgeschoten". Als bij een correctie de waarden die van 255 overschrijden, dan begint de computer weer bij 0 te tellen. Zeer hoge waarden kunnen zodoende ongewild worden omgezet in zeer lage .

In figuur 5 zijn de intensiteiten van rood (band 7) en infrarood (band 9) tegen elkaar uitgezet. De scheiding van de eenheden is nu onder invloed van band 9 een stuk beter.

Ook hier wordt aan het algemene beeld voldaan: met oplopende biomassa neemt de rood reflectie af (in de volgorde van de klusters 1-2-3-4-5-7-8) en de infraroodreflectie toe (1-(2-3)-4-5). In het begin neemt de rood reflectie met oplopende bedekking af. In de buurt van de 80% bedekking begint er verzadiging op te treden: de rood reflectie neemt niet veel meer af, totdat de structuur van het gewas ruwer wordt (7 en 8). Dit mist ook zijn uitwerking niet op de infrarood reflectie. Na het keurig volgen van de biomassa (groepen 1-2-3-4-5) krijgt de verruiging invloed: het licht wordt sterker gevangen, de infrarood intensiteit neemt weer af (5-6-7-8).

De infrarood reflectie van de zandberg (10) ligt -zoals te verwachten- in de buurt van die van de verslechte grond.

De afwijkende positie van groep 6 is reeds genoemd.

De feature Space Plot van band 5 tegen band 9 leverde geen extra informatie op.

Enige opmerkingen bij de klassifikatie van CORTENOEVER.

Deze klassifikatie is in twee stappen uitgevoerd. Eerst is volgens de hiervoor beschreven methode een klassifikatie gemaakt van het zuidelijk deel van het gebied (fig.6b). Daarna is het noordelijk deel van Cortenoevers (Reuversweerd) is met behulp van de klusterkriteria, die uit de klassifikatie van het zuidelijk deel voortkwamen, (automatisch) geklassificeerd. Het resultaat (fig.6) voldoet geheel aan de verwachtingen met dien verstande dat de onzuiverheden in de klassen van het zuiden ook in het noorden optreden. Onverwachte misklassifikaties deden zich niet voor.

De nummers in de figuren 6 en 6b verwijzen naar de legenda bij de figuren 4 en 5.

Eenheid 1

Deze eenheid omvat naast verslechte grond enige zeer uiteenlopende, maar alle sterk reflekterende objecten, zoals zeer ondiep water en asfaltwegen.



Fig.6 Klassifikatie CORTENOEVER (noordelijk deel)
Opnamedatum: 9:7:83. Schaal: 1:13.000



Voor legenda zie figuren 4 en 5



Fig.6b. Klassifikatie CORTENOEVER (zuidelijk deel)

KLASSIFIKATIE CORTENOEVER

Een reden voor dergelijke misklassifikaties kan liggen in het feit dat bij deze klassifikatiemethode geen restklasse wordt aangehouden. Alle pixels worden ingedeeld in de klasse, waarvan het middelpunt het dichtst bij gelegen is, ongeacht de afstand. Een mogelijke oplossing voor dit probleem is om na misklassifikatie hierin trainingspixels te kiezen en het aantal klassen uit te breiden.

Eenheid 3

Deze klasse bevat voor 90% graslanden met een bedekking tussen 60 en 80%. Daarnaast zitten er enkele percelen in met een lagere bedekking. Akkers met aardappels en graan komen ook in deze klasse terecht.

Eenheid 6

Het verruigde grasland. De bedekking varieert nogal sterk maar ligt meestal tussen de 80 en 100%. De gewashoogte kan door de zuring en distels oplopen tot 60 cm. Deze eenheid worden vooral in de lagere delen in het reservaat Heyendaal en in de Reuversweerd aangetroffen.

Eenheid 7

Alle vegetatietypen met een bedekking van 100% en een erg ruige structuur (hoge absorbtie) komen hier voor. Naast mais zijn dat graslanden met dicht, hoog gras en plukken met dichte bestanden akkerdistel of zuring. In het bosje van Heyendaal komen ook struiken in deze klasse voor.

Eenheid 8

Bomen. Hierbij treden nauwelijks fouten op in de klassifikatie

Eenheid 9

Open water. Over het algemeen treedt ook hier geen verwarring op. Alleen zware slagschaduw van bomen wordt soms als water beschouwd.

Eenheid 10

Kale zandrug. Wordt niet met andere eenheden verward.

HOOFDSTUK 7

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

De klassifikatie procedure is uitgevoerd op het RESEDA-systeem van het NLR in Amsterdam. Het principe berust op het aanwijzen van 'trainingsgebieden'. De waarden van de pixels in die trainingsgebieden dienen als uitgangspunt voor de klassifikatie van alle pixels.

Een klassifikatie staat of valt met de representativiteit (en vaak zuiverheid) van de traininggebieden voor de legenda-eenheden. Om een goede basis te hebben voor een degelijke invoer voor het Korenburgerveen is er een interpretatie uitgevoerd op de False Color foto's, die tegelijkertijd met de scanneropnamen gemaakt zijn. Bij de interpretatie werden de eenheden wat betreft fotokenmerken als structuur, textuur, stereo-effekt, etc, zo homogeen mogelijk gehouden.

De vegetatiekundige samenstelling van de eenheden werd beschreven aan de hand van de bestaande vegetatiekaart van het gebied (STORTELDER 1978) en aanvullend veldwerk. Hierbij werd vooral gekeken naar in het fotobeeld dominerende soorten. Aan de hand van de foto-interpretatiekaart werd een deelgebied ter grootte van een DIPIX beeldscherm (+450 lijnen bij 600 pixels) uitgezocht waarin zoveel mogelijk legenda-eenheden vertegenwoordigd waren.

METHODE

Voorbewerking

Op het beeldscherm is in de banden 7 (rood) en 9 (infrarood) een duidelijk verloop in intensiteit te zien. Daarom is aan de hand van histogrammen van een representatief gebied (figuren 7,8,9) een korrektiefactor bepaald waarmee de oorspronkelijke intensiteitswaarden zijn bewerkt. Het resultaat is een beeld waarin de gemiddelde intensiteitswaarden per kolom links en rechts op het scherm ongeveer gelijk zijn. Mogelijke oorzaak voor het verloop in het beeld kan zijn de hoek van de zon ten

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

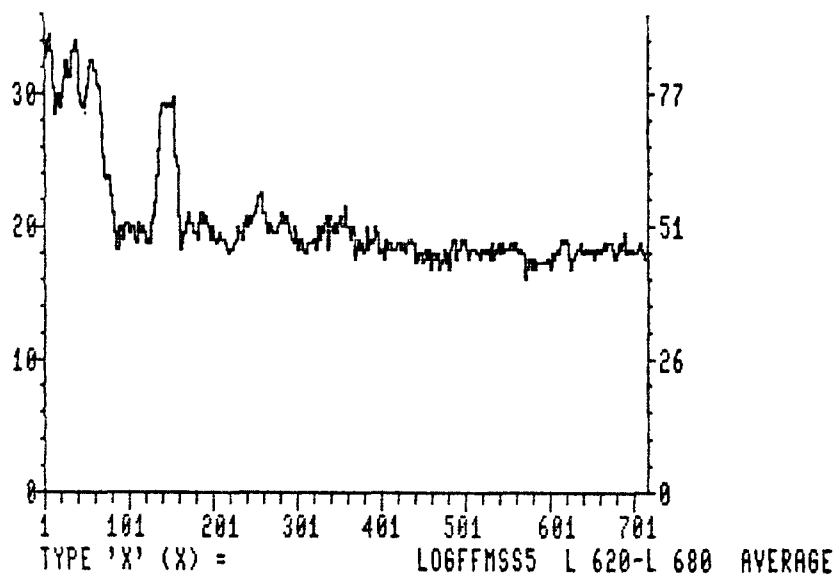


Fig.7 Histogram band 5

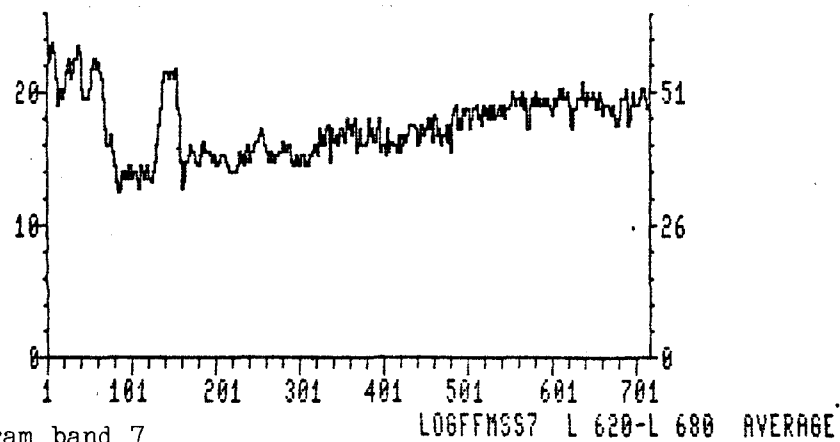


Fig.8 Histogram band 7

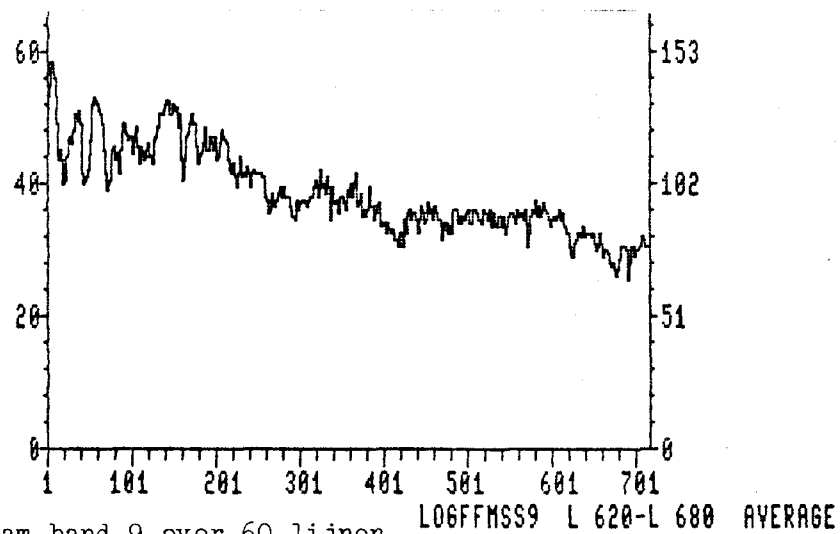


Fig.9 Histogram band 9 over 60 lijnen

De figuren 7,8 en 9 geven van een deel van het gebied (lijn 620 - 680) de gemiddelde intensiteit (Y-as) per kolom (X-as), resp. in de banden 5,7 en 9.

opzichte van de vlieglijn en/of fouten in de opname- apparatuur. Band 5 (groen) vertoonde een egale dekking over het beeld. Vervolgens is door middel van 'stretching' de dynamiek in de drie banden mathematisch opgerekt.

Invoer

Als uitgangspunt voor de klassifikatie zijn 18 trainingsgebieden met behulp van de 'cursor' omlijnd en ingevoerd. Zij vertegenwoordigden tesamen 12 legenda- eenheden. Omdat bij eerdere pogingen gebleken was dat de grootste moeilijkheden te verwachten waren bij het klassificeren van bos, is bij de luchtfoto- interpretatie nauwkeurig onderscheid gemaakt in verschillende bostypen. De helft van de legenda- eenheden vertegenwoordigen diensgevolge een bostype. Op alle trainingsgebieden is 'purification' toegepast. Hierbij worden extreme of voor het trainingsgebied niet specifieke pixelwaarden uitgesloten bij de berekening van de statistiek per legenda-eenheid. Als grens is aangehouden het gemiddelde plus en min twee maal de standaardafwijking.

Proefklassifikatie

Nadat alle trainingsgebieden een zuivering hadden ondergaan, is er een proefklassifikatie uitgevoerd. Hierbij worden alleen de ingevoerde gebieden geklassificeerd. De rest van het beeld blijft ongewijzigd.

Als klassifikatie criterium van zowel de proefklassifikatie als die van het gehele beeld is consequent gekozen voor de Maximum Likelihood Classification (REEVES, R.G. 1975).

Aan de hand van een dergelijke proefklassifikatie is na te gaan in hoeverre de ingevoerde trainingsgebieden zuiver zijn en binnen welke eenheden kontaminatie optreedt (zie fig.10).

In figuur 10 zijn de pixels van de ingevoerde trainingsgebieden (vertikaal) uitgezet tegen de klassen (horizontaal) waarin zij terecht gekomen zijn. De waarden zijn percentages van het totaal aantal pixels per klasse. Een perfecte klassifikatie zou in de diagonaal steeds 100% geven, en daarbuiten nul.

Het eerste dat opvalt is de sterke spektrale verwantschap die er blijkt te bestaan tussen Mix1 & het berkenbos en tussen het elzenbos Mix2. Wilgen worden nogal eens als schraalgrasland aangezien en gagel1 en gagel2 (hoewel op de foto's duidelijk als twee typen te onderscheiden) worden regelmatig verward.

Daar het reflektiegedrag van de gemengde bostypen Mix1 en Mix2 nauwelijks van de "pure" bestanden Berk en Els te onderscheiden was, is de statistische signatuur van deze twee Mix eenheden niet meegenomen in de berekeningen voor de tweede proefklassifikatie. De verwarring van Wilgenbos en schraalgrasland was onvoldoende verklaarbaar, temeer daar er op de false color composit duidelijk verschil aan te geven was. Als remedie is gekozen voor het opnieuw invoeren van deze twee klassen en bekijken wat een tweede proefklassifikatie zou opleveren (zie fig.11).

Vergelijking van de figuren 10 en 11 leert dat de zuiverheid van

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

THM	PERCENTAGE FOR AREA NUMBER											
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	83.5	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	28.7	0.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.5	0.0
3	1.1	1.7	38.4	2.2	2.4	2.1	8.3	0.0	2.0	0.0	2.5	8.7
4	0.0	6.3	6.5	31.8	4.9	2.7	0.0	0.0	13.5	7.6	1.3	2.5
5	0.0	2.3	6.1	1.9	80.5	5.5	0.0	0.0	3.9	0.0	3.8	0.0
6	0.4	0.3	4.4	2.8	0.0	77.4	0.0	0.0	0.5	0.0	50.6	5.0
7	2.3	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	72.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.1	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	37.2	1.4	4.0	0.0	2.1	0.0	0.0	36.9	7.2	0.0	0.0
10	0.0	9.8	0.9	35.8	0.0	0.7	0.0	0.0	28.1	81.0	1.3	3.3
11	0.0	2.2	1.4	7.7	2.4	6.8	0.0	0.0	1.7	2.1	30.4	1.2
12	0.0	0.3	28.7	6.5	0.0	1.4	0.0	0.0	2.1	0.0	1.3	77.7
UNC	12.6	11.2	11.4	6.4	4.9	1.4	6.2	18.9	9.7	1.3	6.3	1.7

Fig.10 Proefklassifikatie van de trainingsgebieden na purifikatie en korrektie van de banden 7 en 9

THM	PERCENTAGE FOR AREA NUMBER											
NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	83.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	67.8	0.5	3.4	0.0	2.1	0.0	0.0	35.7	14.3	2.5	0.0
3	1.5	2.9	44.9	2.7	2.4	1.4	8.3	0.0	2.8	0.0	1.3	8.7
4	0.0	11.7	8.1	64.4	4.9	2.7	0.0	0.0	31.7	72.2	2.5	5.4
5	0.0	2.3	4.7	1.9	80.5	5.5	0.0	0.0	3.9	0.0	3.8	0.0
6	0.4	0.3	4.0	2.8	0.0	77.4	0.0	0.0	0.5	0.0	50.6	5.0
7	2.3	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	72.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.1	0.0	0.0	0.0	0.0
9	SIGNATURE NOT USED											
10	SIGNATURE NOT USED											
11	0.0	2.2	0.7	7.7	2.4	6.8	0.0	0.0	1.7	2.1	30.4	1.2
12	0.0	0.3	24.9	8.1	0.0	2.1	0.0	0.0	2.3	3.0	1.3	78.1
UNC	12.3	12.5	12.3	8.9	4.9	2.1	6.2	18.9	21.3	8.4	7.6	1.7

Fig.11 Proefklassifikatie na hernieuwde invoer van de eenheden 3 en 12

Bij de figuren 10 en 11:

1=Molinia , 2=Berkenbroekbos , 3=Wilgenbroekstruweel ,
 4=Elzenbroekbos , 5=Dennenbos , 6=Gagelstruwelen I ,
 7=Riet , 8=open water , 9=Mix1 (Elzen, Berken, Eiken, Sporkehout, etc.) , 10=Als 9 echter met andere soorten-
 verhoudingen , 11=Gagelstruwelen II , 12=Schraalgrasland ,
 UNC=ongeklassificeerd.

de verschillende eenheden verhoogd is (bijvoorbeeld Berken en Elzen), maar dat Wilgenbroek en schraalgrasland nog steeds door elkaar gehaald worden.

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

Ondanks dat er bij de proefklassifikatie in verschillende eenheden sprake was van contaminatie, is niettemin een klassifikatie uitgevoerd voor het gehele beeld.

THM NO.	PERCENTAGE FOR AREA NUMBER														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	66.6	1.3	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.7	0.0	0.0	1.5
2	0.0	14.0	2.0	0.0	1.1	0.0	4.5	1.6	0.9	0.0	0.0	2.7	0.0	2.8	1.7
3	1.7	4.0	11.5	8.9	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.5	0.0	0.0	3.8
4	1.2	0.0	1.6	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.5	0.0	0.0	2.3
5	0.0	9.3	6.5	0.0	62.1	0.0	0.0	34.6	1.7	16.3	0.0	3.2	1.6	1.4	0.9
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	1.6	0.0	0.0	0.4	0.5	0.0	1.4	0.0
8	0.1	10.6	5.3	1.0	4.4	0.0	0.0	32.3	3.4	9.3	0.0	4.1	0.0	5.6	0.3
9	0.0	4.6	0.2	0.0	25.3	1.6	0.0	14.2	81.2	0.0	0.0	1.4	24.2	25.4	0.0
10	2.2	3.4	11.3	9.7	2.3	0.0	0.0	8.7	0.0	62.8	0.0	10.5	0.0	0.0	4.4
11	0.0	15.3	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.4	44.3	0.0	0.0	1.5
12	0.1	17.5	9.9	3.7	0.0	0.0	2.3	1.6	0.0	2.3	5.0	24.2	0.0	1.4	3.8
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	62.9	16.9	0.0
14	0.0	2.8	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	2.4	2.6	0.0	0.0	4.6	8.1	38.8	0.0
15	13.5	5.6	39.3	58.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	4.7	0.0	0.5	0.0	0.0	73.5
UNC	14.7	9.5	9.5	9.1	1.1	17.7	15.9	0.0	6.0	2.3	7.3	0.5	3.2	7.0	6.4

Fig.12 Proefklassifikatie met uitgebreide set trainingsgebieden
 1=Berkenbos , 2=Wilgenbroek , 3=Elzenbos ,
 4=Ruigt-Elzenbos , 5=Gagelstruwelen , 6=Molinia , 7=Riet ,
 8=Gagelstruwelen met dophei en veenpluis , 9=Molinia met
 Veenpluis en Dophei , 10=Hoogveenslenkvegetatie ,
 11=Schraalgrasland I , 12=Schraalgrasland II ,
 13=Vegetatie met Lisdodde , 14=Vegetatie met Waterlelie ,
 15=Eiken-Berkenbos.

Deze klassifikatie leverde een paar verrassende zaken op. Over het algemeen sloot het ontstane kaartbeeld redelijk tot goed aan bij de foto-interpretatie. Bij de klassifikatie van het hele beeld vertoonde de dennenklasse echter sterke afwijkingen. Leek het resultaat van de proefklassifikatie redelijk, nu kwamen bijna alle schaduwpixels, het vegetatietype met Gagel, Dophei en Veenpluis, en plekken met Lisdodde in deze klasse terecht. In een poging dit resultaat te verbeteren is een klassifikatie uitgevoerd op genormaliseerd materiaal. Hierbij worden de oorspronkelijke intensiteitswaarden van de pixels omgerekend naar een percentage van de som van de gebruikte banden der pixels. Hierdoor wordt afgestapt van de 'absolute' reflektiewaarden en wordt daarmee de invloed van verschillen in belichtingsintensiteit als gevolg van schaduw en zonnestand geëlimineerd.

Het resultaat voldeed helaas niet geheel aan de gestelde verwachtingen: het beeld leek eerder tot stand gekomen met behulp van een random kleurengenerator dan door middel van een

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

klassifikatie. Waarschijnlijk zijn er bij de normalisatie niet alleen intensiteitsverschillen geëgaliseerd, maar is tevens -voor de interpretateur belangrijke- objektspecifieke informatie verwijderd.

Het uiteindelijke resultaat van de hiervoor besproken klassifikatie was echter dermate bemoedigend, dat besloten werd een nieuwe set trainingsgebieden in te voeren, zodanig dat zoveel mogelijk verschillende vegetatietypen bij de klassifikatie betrokken zouden worden.

Bij de nieuwe klassifikatie zijn 18 trainingsgebieden ingevoerd, verdeeld over 15 verschillende typen. Figuur 12 was het resultaat.

Hoewel de eenheden 4 en 15 op het eerste gezicht voldoende verschillend waren, werden zij bij deze klassifikatie te vaak verward: 58 % van de als 4 bestempelde pixels werd als 15 geklassificeerd. Eenheid 4 en 15 zijn daarom bij volgende klassifikaties verwijderd.

Na de invoer van trainingsgebieden scoorden de pixels van de klasse Wilg hoger bij de open vegetatietypen dan bij de bostypen. De statistiek van de Wilg-klasse is echter berekend uit de combinatie van twee verschillende trainingsgebieden. Na bestudering van de Feature Space Plots is besloten deze twee trainingsgebieden als afzonderlijke typen in te voeren.

Met de hernieuwde set trainingsgebieden is vervolgens weer een proefklassifikatie gemaakt. Dit resulteerde (fig.13) in een duidelijke verbetering ten opzichte van fig.12. Zo is bij 10 van de 12 ingevoerde eenheden het percentage goed geklassificeerde pixels gestegen, in enkele gevallen zelfs zeer sterk.

De klassen Wilg I en Wilg II komen nog steeds in allerlei open vegetatietypen (vooral blauwgrasland) terecht. Zij zijn met deze werkwijze blijkbaar niet goed te onderscheiden. De rest van de klassen hebben duidelijk een zuivering ondergaan.

Klassifikatie m.b.v. het BOX-CAR filter

Wanneer men van het gebied een False Color composit of zelfs een zwart/wit beeld van een enkele golflengte bekijkt, is het op het eerste gezicht onbegrijpelijk waarom er bij een vegetatie klassifikatie verwarring kan ontstaan tussen boomloze en boomrijke vegetatietypen.

Een belangrijk verschil tussen de manier van kijken naar een beeld door een computer of door een mens ligt in het feit dat een computer alleen kijkt naar de waarden van de afzonderlijke pixels, terwijl de mens het beeld meer in zijn totaliteit bekijkt, en daardoor automatisch structuur en textuur waarneemt.

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

THEME	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	UNCLASS	TOTAL	%
1	1354	2	1	28	0	0	0	1	0	49	0	0	0	0	141	1576	85
2	16	94	76	81	24	0	8	57	14	45	40	91	0	6	21	573	16
3	0	26	116	10	30	0	12	44	8	1	21	73	0	6	19	366	31
4	25	20	11	478	18	0	0	15	0	40	4	14	0	0	49	674	70
5	0	0	6	1	53	0	0	12	9	6	0	0	0	0	0	87	60
6	0	0	0	0	0	106	1	0	2	0	0	0	0	0	15	124	85
7	0	0	1	0	0	1	36	0	0	0	0	0	0	1	5	44	81
8	0	0	7	7	16	0	2	73	6	13	0	1	0	1	1	127	57
9	0	0	3	0	5	1	0	7	84	0	0	0	6	9	2	117	71
10	1	0	0	3	2	0	0	2	0	33	0	1	0	0	1	43	76
11	0	7	2	4	0	0	1	0	0	1	198	35	0	0	14	262	75
12	6	17	12	3	2	0	1	12	2	23	41	97	0	3	0	219	44
13	0	0	0	0	2	0	0	2	5	0	0	0	44	9	0	62	70
14	0	0	6	0	1	0	1	3	12	0	0	0	12	35	1	71	49

Fig.13 Proefklassifikatie van de trainingsgebieden. Gebruikte kanalen: band 5, band 7 (gecorrigeerd) en band 9(gecorrigeerd).

Bij de figuren 13, 14 en 15:

1=Berkenbroek , 2=Wilg I , 3=Wilg II , 4=Elzenbroekbos ,
5=Gagelstruweel , 6=Vegetatie met 100% Molinia , 7=Riet ,
8=Vegetatie met Gagel,Veenpluis en Dophei , 9=Vegetatie met Molinia, Veenpluis en Dophei ,
10=Hoogveenslenkvegetatie , 11=Schraalgrasland I ,
12=Schraalgrasland II , 13=Vegetatie met Lisdodde ,
14=Vegetatie met Waterlelie.

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

Omdat blijkt dat het blauwgrasland spektraal gezien niet of nauwelijks te onderscheiden is van door de zon belicht Wilgenbos, is gezocht naar een manier om het verschil in structuur (schaduw in het bos tegenover homogeen grasland) te betrekken in de klassifikatie.

THEME	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	UNCLASS	TOTAL	%
1	1420	5	1	44	0	0	0	1	0	10	0	1	0	0	94	1576	90
2	16	171	71	66	16	0	0	27	11	28	41	103	2	13	8	573	29
3	1	48	194	16	5	0	1	5	3	0	20	40	0	19	14	366	53
4	20	46	20	502	0	0	0	3	0	33	0	8	0	0	42	674	74
5	0	1	0	0	63	0	0	11	6	2	0	2	2	0	0	87	72
6	0	0	0	0	0	116	0	0	1	0	1	0	0	1	5	124	93
7	0	1	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	2	44	93
8	0	2	0	1	17	0	5	86	4	11	0	0	1	0	0	127	67
9	0	0	2	0	7	0	0	10	86	0	0	0	11	1	0	117	73
10	1	1	0	1	2	0	0	4	0	33	0	1	0	0	0	43	76
11	0	7	6	4	0	0	0	0	0	0	210	30	0	0	5	262	80
12	3	21	7	3	1	0	3	8	1	22	41	104	0	2	3	219	47
13	0	0	0	0	3	0	0	1	8	0	0	0	48	2	0	62	77
14	0	3	4	0	0	0	0	0	6	0	0	0	5	52	1	71	73

Fig.14 Proefklassifikatie trainingsgebieden. Gebruikte kanalen: band 5, band 7 (gecorr.), band 9 (gecorr.) en BOX-CAR (band 5,3*3,sigma/mu).

Met behulp van het zogenaamde Box-car filter is het mogelijk een beeld te produceren waarin de spreiding van de reflektiewaarden wordt afgebeeld. Bij de produktie van dit beeld wordt een denkbeeldig raam van X bij X pixels (waarbij X oneven is) over het beeld verplaatst. Het middelste pixel krijgt een waarde die berekend wordt uit de statistiek van alle pixels binnen het raam. Dit kan het gemiddelde zijn, maar ook de spreiding of het resultaat van andere bewerkingen.

Als maat voor de vegetatiestructuur is gekozen voor het quotiënt

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

van de standaardafwijking en het gemiddelde (sigma/mu in band 5). Als filtergrootte werd gekozen voor een raampje van 3x3 pixels. Deze nieuwe -synthetische- band werd bij de klassifikatie gebruikt in combinatie met de banden 5, 7 en 9.

De klassifikatie van deze vier banden gaf een duidelijke verbetering te zien ten opzichte van die met alleen de banden 5, 7 en 9 (zie fig.14).

De volgende stap was het vergroten van het filter tot 7x7 pixels (fig.15).

THEME	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	UNCLASS	TOTAL	%
1	1437	3	2	45	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	78	1574	91
2	13	224	39	32	9	0	5	30	21	51	50	86	4	0	9	573	39
3	1	28	233	16	0	0	5	0	10	1	18	20	1	21	12	366	63
4	20	32	28	500	0	0	0	0	0	37	3	13	0	0	41	674	74
5	0	1	1	0	65	0	0	14	3	1	0	0	2	0	0	87	74
6	0	1	0	0	0	116	1	0	0	0	1	0	0	0	5	124	93
7	0	1	0	0	0	0	41	0	0	0	0	1	0	0	1	44	93
8	0	2	3	0	24	0	4	80	4	8	0	0	1	0	1	127	62
9	0	2	4	0	4	0	0	5	87	0	0	0	11	4	0	117	74
10	1	2	0	3	0	0	0	3	0	34	0	0	0	0	0	43	79
11	0	8	7	3	0	0	1	0	0	0	194	38	0	1	10	262	74
12	3	18	8	8	0	0	10	2	2	25	34	108	0	0	1	219	49
13	0	0	0	0	3	0	0	1	6	0	0	0	51	1	0	62	82
14	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	71	90

Fig.15 Proefklassifikatie trainingsgebieden. Gebruikte kanalen: band 5, band 7 (gecorr.), band 9 (gecorr.) en BOX-CAR (band 5,7*7,sigma/mu).

Dit gaf opnieuw een verbetering. Het percentage goed geklassificeerde pixels binnen de trainingsgebieden nam duidelijk toe en, wat erg belangrijk is, het totaal als Wilg

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

geklasseerde pixels binnen de WilgII klasse nam toe van 38,1 tot 70,6%. Het totaal als boomloos vegetatietype geklasseerde pixels binnen de klasse WilgII nam af van + 52% naar + 21%. Het sukses met WilgI is beduidend minder, ondanks de toename van het aantal goed geklasseerde pixels van 29,3 naar 46%, blijft het percentage als boomloos benoemde hoog (43%).

RESULTATEN

Met behulp van het Maximum Likelihood klassifikatiekriterium is het gehele beeld geklasseerd. Hierbij werd gebruik gemaakt van de banden 5,7,9. De banden 7 en 9 zijn gecorrigeerd voor de zonnestand. Het resultaat is een zeer rommelig en vooral gespikkeld beeld. Hierdoor is het moeilijk afzonderlijke vegetatiepatronen te onderscheiden.

Het lokaliseren van Berkenbroekbossen, Gagelstruwelen en vegetatietypen met 100% *Molinia* levert de minste problemen op. Andere vegetatietypen worden vaak met elkaar verward. Opvallend zijn de foutklassifikaties in de hoogveen slenkvegetaties. Wilgenbroekbos, waarbij Elzen en berken in redelijke hoeveelheid boven de wilgen uitsteken, wordt regelmatig bij dit type ingedeeld. Indien men over het geklasseerde beeld een overlay legt met de vegetatiegrenzen, afgeleid van de FC interpretatie in combinatie met het veldwerk, dan wordt het resultaat wat doorzichtiger en lijken de eenheden wat eenduidiger. Het Elzenbos bijvoorbeeld komt meer als een zelfstandige eenheid naar voren. Het klassifikatieresultaat blijft echter moeilijk interpreteerbaar indien men weinig of geen kennis van het gebied heeft.

Wanneer men nu bij de klassifikatie naast de gebruikelijke banden 5,7 en 9 gebruik maakt van een band die gesynthetiseerd is met behulp van het BOX-CAR filter (7x7 pixels, sigma/mu), blijkt het resultaat in vergelijking met bovenstaande klassifikatie een duidelijke verbetering. Dit ondanks het feit dat het beeld meer ongeklasseerde pixels bevat. Patronen zijn veel gemakkelijker te herkennen en het gespikkelde karakter van het beeld is afgenomen. De foutklassifikatie tussen Wilg en hoogveen slenkvegetatie treedt vrijwel niet meer op.

De legenda-eenheden (fig.16 en fig.17)

- 1 Berkenbroekbos (donkergroen). Hierin valt ook het eiken-berkenbos. De onderscheide eenheden komen in grote trekken overeen met de eenheden die gebaseerd zijn op de FC. interpretatie. Het Berkenbroekbos op de veenribben wordt slecht als zodanig herkend. Deze veenribben laten een gekompliceerde combinatie zien van pixels die als Wilg I & II, Berk of hoogveen slenkvegetatie geklasseerd zijn.



Fig.16 Klassifikatie van een deel Korenburgeterveen m.b.v. band 5, band 7 (gecorr.) en band 9 (gecorr.).
Opnamedatum: 21.6.83, Schaal: 1:10.000

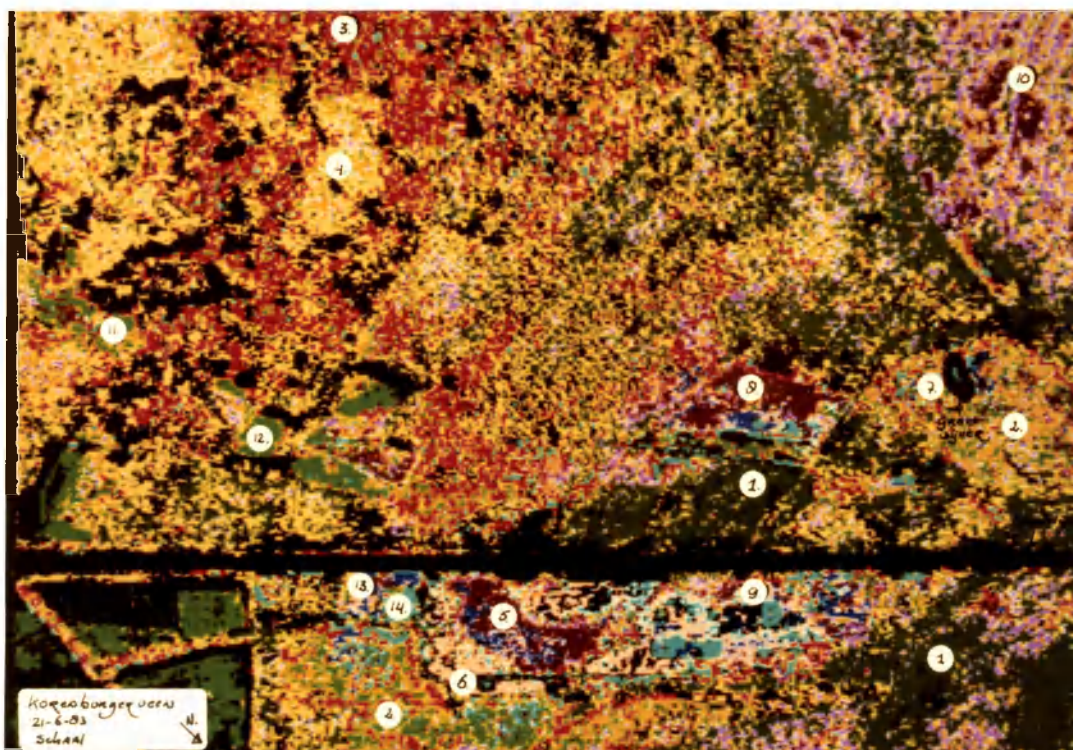


Fig.17 Klassifikatie deel Korenburgeterveen m.b.v. band 5, band 7 (gecorr.), band 9 (gecorr.) en BOX-CAR (band 5,7*7,sigma/mu). Voor legenda zie tekst.

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENEBURGERVEEN

- Plantengemeenschap: *Betuletum pubescentis* en *Querceto roboris-Betuletum*.
- 2 Wilgklasse I (oranje). Deze klasse bevat voornamelijk eutroof wilgenbroekstruweel en komt vooral voor ten noordwesten van de grote vijver en ten noordoosten van de spoorweg. In de eerste streek bevindt zich nog een redelijk aantal goed geklassificeerde pixels. Het gebied ten noordoosten van de spoorweg bevat hoofdzakelijk pixels die als schraalgrasland geklassificeerd zijn.
- Plantengemeenschap: *Alno-Salicetum cinerae*
- 3 Wilgklasse II (rood). Dit is voornamelijk mesotroof Wilgenbroekstruweel. Over het algemeen komt de ligging van deze eenheid redelijk tot goed overeen met de plaats van deze eenheid op de vegetatiekaart. Deze klasse echter bevat veel ongeklassificeerde pixels. Een tamelijk groot aantal pixels die in deze klasse thuishoren blijken als Els geklassificeerd te zijn.
- In het algemeen kan worden gesteld dat jong en eutroof Wilgenbroekbos dat dicht met riet is begroeid, gemakkelijk gedeeld kan worden bij de boomloze vegetatietypen (schraalgrasland). De rest van de Wilgenbroekbossen (+ mesotroof) worden redelijk tot goed geklassificeerd.
- Plantengemeenschap: *Frangulo-Salicetum auritae*.
- 4 Elzenbroekbos (licht mosterdkleurig). Deze klasse bevat naast Elzenbroekbos ook het Ruigt-Elzenbos. Een zeer groot aantal pixels in deze klasse wordt goed geklassificeerd. Helaas werd ook een respectabel aantal ten onrechte voor Els aangezien (zie legenda-eenheid 3).
- Plantengemeenschap: *Carici elongatae-Alnetum*
- 5 & 8 Gagel & Vegetatie van Gagel, Veenpluis en Dophei (bruin). Deze klassen zijn bij elkaar genomen ten behoeve van de overzichtelijkheid van het eindresultaat. Deze vegetatietypen worden over het algemeen goed geklassificeerd.
- Plantengemeenschap: *Myricetum gale*
- 6 & 9 Molinia en Vegetatie van Molinia met Veenpluis en Dophei (vleeskleurig). De klassifikatie van deze eenheid is redelijk goed. Verwisseling treedt echter op met Riet en de Vegetatie met Lisdodde.
- 7 Riet (cyaan). Deze klasse gedraagt zich een beetje obscuur. Ondanks het feit dat de rietlanden rond de grote vijver er in het veld en op de FC. foto identiek uitzien, blijkt het voor RESEDA niet mogelijk dit riet goed te klassificeren. Vegetatie met Lisdodde of puur Molinia worden nogal eens met Riet verwisseld.
- Plantengemeenschap: *Phragmitetea*.
- 10 Hoogveen slenkvegetatie (paars). Naast de echte vorm hiervan worden ook bepaalde open plekken in broekbossen (vooral Berkenbroek) tot deze klasse gerekend.
- Plantengemeenschap: *Complex van Scheuchzeriatea en Oxycocco-Sphagnetes*.
- 11+12 Schraalgraslanden I en II (groen). De kontaminatie die bij

VEGETATIEKLASSIFIKATIE VAN HET KORENBURGERVEEN

de klassifikatie optreedt beperkt zich tot klasse II.

Plantengemeenschap: Molinio-Arrhenatheretum en Caricion curto-nigrae magnocaricion. 13 Vegetatie met Lisdodde (donkerblauw). Vegetatietypen met Veenpluis worden af en toe abusievelijk tot deze klasse gerekend.

- 14 Vegetatie met Waterlelie (blauw). Natte plekken met Veenpluis worden onbedoeld in deze klasse gestopt.

BIJLAGE A

LITERATUUR

- Anonimus: Advies betreffende het botanisch beheer van het C.R.M. object "De Scholte" (gem. Diepenheim), op basis van de vegetatiekundige opnamen 1960-1966 door Th. Reynders. RIN Leersum.
- Bakker, P.A., 1963. Kartering van de verspreiding van *Juncus effusus* en een korte vegetatieschets van het hoogveen. RIN Leersum.
- Bannink, J.F. & J.C. Pape, 1968a. De bodemgesteldheid van het natuurreservaat "De Borkeld en het Elsenerveld". Rapport nr. 708. STIBOKA Wageningen.
- Bannink, J.F. & J.C. Pape, 1968b. Bodemkundige verkenning van het C.R.M. reservaat "Het bosje van Heyendaal". STIBOKA Wageningen.
- Bink, F.A. & G. van Wirdum, 1979. Geohydrologisch en vegetatiekundig onderzoek in het Korenburgerveen s.l. in de ruilverkaveling Winterswijk-West. Deelrapport 6: Biologische aspecten. RIN Leersum.
- Brown, D 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Bulletin 42. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, England.
- Gaasenbeek, H. 1959. Excursierapport met een opsomming van voorkomende soorten in het oostelijk en zuidelijk deel van het Elsenerveld. RIN Leersum.
- Gaasenbeek, H. 1961. Excursierapport met een opsomming van voorkomende soorten. RIN Leersum.
- Heyst, N. van, R.H. Lichthart en A. Schotman 1980. Wooldse Veen, Beheersrichtlijnen. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland.
- Hoeve, J. ter 1966. Invloed ZO- en ZW ontginningen op het Elsenerveen. RIN Leersum.
- Hulshof, J en H.N. Leys 1975. Vegetatiekartering van "De Borkeld en het Elsenerveld". RIN Leersum.
- Jachtenberg, W.D. 1962. Het meten van de grasopbrengst en de grasgroei met een meetschijf. Landbouwvoorlichting, overdruk nr. 39, jg.19, nr.10, oktober 1962.
- Jongman, R.H.G. & J.A.A.M. Leemans 1982. Vegetatie-onderzoek Gelderse uiterwaarden. Dienst Landinrichting & Landbouw, afdeling Natuur en Landschap, Provincie Gelderland.

LITERATUUR

- Kasteren, H.W.J. van & D. Uenk 1975. Spectrale reflectie van enige landbouwgewassen in relatie tot hun aard en structurele opbouw. NIWARS publicatie nr. 32.
- Kemmers, R.H. 1982. Hydrologische bufferzones: werking en de relatie tot hun ruimtelijke positie in het landschap. WLO-Mededelingen 9 (1982) 3/4, pag. 99 t/m 107.
- Kock, H. de, C.Lems en A. van Loen: Vegetatiekartering van het Wooldse Veen.
- McIntyre, G.A. 1952. A METHOD FOR UNBIASED SELECTIVE SAMPLING, USING RANKED SETS. Australian Journal of agricultural research, vol.3, nr 4.
- Mörzer Bruijn, M.F. 1950. lijst van gevonden soorten.
- Mueller-Dombois, D & H.Ellenberg 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley International Edition. John Wiley & Sons, New York.
- Nieuwenhuis, G.J.A. 1983. Remote Sensing vluchten in 1982 en 1983, organisatorische aspecten. Remote sensing studieproject Oost Gelderland. Deelrapport 2. ICW nota nr.1432 Wageningen.
- Pearson, R.L., C.J.Tucker & L.D. Miller 1976. Spectral mapping of shortgrass prairie biomass. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 42, nr 3, 1976.
- Reeves, R.G. (editor) 1975. Manual of Remote Sensing. Vol.I pp. 766-786. American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia.
- Reynders, TH. 1966. Botanisch rapport over het C.R.M. object "De Scholte". RIVON.
- Riele, W.J.M.te & H.G.M. Geenen 1978. Natuurgebied Korenburgerveen e.o. De bodemgesteldheid en het grondwaterniveau. Nota 1357 STIBOKA, Wageningen.
- Schimmel, H. 1970. Enige opmerkingen inzake het botanische beheer van het natuurreservaat Teeselinkven, eigendom van de stichting "Het Gelders Landschap". RIN Leersum.
- Schimmel, H. e.a. 1972. Excursierapport "De Scholte"; beoordeling van het beheersplan 1971-1981. RIN Leersum.
- Schimmel, H e.a. 1983. Ontdek de Achterhoek. Nederlandse landschappen. IVN, VARA, WOG.
- Staats Bos Beheer 1961. Stelkampsveld beheersplan 1961-1981. Consulentschap Natuurbehoud Gelderland.
- Staats Bos Beheer 1974. Needse Achterveld beheersplan 1974-1984. Consulentschap Natuurbeheer Gelderland.
- Staats Bos Beheer (1980): Beheersvisie voor relatienotagebieden in de uiterwaarden bij Cortenoever, gemeente Brummen.
- Stiboka 1955. Bodemkaart van Nederland schaal 1:200.000.
- Stiboka 1979. Bodemkaart van Nederland. Blad 340.
- Stortelder, L.J.M. 1978. Oecologisch onderzoek in het Korenburger- en Vragenderveen. Vegetatiekaart. Rapport in voorbereiding.
- Thunnissen, H & H. van Poelje 1984. Studie naar de regionale gewasverdamping met behulp van Remote Sensing in een studiegebied ten oosten van Hengelo (GLD). Remote Sensing Studie Project Oost Gelderland, Deelrapport 3. I.C.W. Wageningen.
- Tucker, C.J. 1977. Use of infrared/red radiance ratios for

LITERATUUR

- estimating vegetation biomass and physiological status.
Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, U.S.A.
- Uenk, D. 1982. Bepaling van grondbedekking en biomassa met
behulp van een reflectiemeter. CABO-verslag nr.41.
- Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten in Nederland 1981.
Beheersrichtlijnen Wooldse Veen.
- Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland 1980.
Handboek natuurmonumenten in Nederland.
- Voo, E.E. van der & P. Leentvaar 1959. Het Teeselinkven. RIVON.
- Vries, D.M. de & Th.a. de Boer 1959. Methods used in botanical
grassland research in the Netherlands and their application.
Herbage abstracts, vol. 29, nr 1.
- Wartena, J. & J.Th. de Smit 1955. Excursierapport Het Needse
Achterveld dd 29 juni 1955. RIN Leersum.
- Westhoff, V. & A. den Held 1975. Plantengemeenschappen in
Nederland. B.V.W.J.Thieme & Cie, Zutphen.
- Wijlens, B.F.M. & P. Winterman 1978. Natuur en Landbouw. RIN
nr. 1274, Leersum.
- Wijlens, B.F.M. 1983. Natuurreservaat Beekvliet. Deel 1.
Consulentschap Natuurbehoud Gelderland, Staats Bos Beheer.

BIJLAGE B

SPECIFICATIES FOTOMATERIAAL

NAAM	DATUM	HOOGTE	SCHAAL	FILMTYPE
Hoge track Oost -West	9.7.82	4900	1:32.000	F.C.
	30.7.82	2500	1:16.000	F.C
	8.3.83	5000	1:35.000	F.C
	21.6.83	5000	1:35.000	F.C
Het Klooster	9.7.82	2000	1:13.000	F.C
	30.7.82	2000	1:13.000	F.C
	21.6.83	2000	1:13.000	F.C
Cortenoever	1.4.82	600	1: 4.000	F.C
	9.7.82	1250	1: 8.000	F.C
	14.2.83*		1:23.000	PAN,ZW-IR
	21.6.83	800	1: 5.200	F.C
Elsenerveld	9.7.82	850	1: 5.500	F.C
Needse Achterveld	9.7.82	850	1: 5.500	F.C
	28.7.82*		1:10.000	PAN,GR,RO
Teeselinks Ven	9.7.82	850	1: 5.500	F.C
Snakenburgerheide	9.7.82	850	1: 5.500	F.C
Korenburgerveen	9.7.82	850	1: 5.500	F.c
	30.7.82	1000	1: 6.500	F.C
	21.6.83	850	1: 5.500	F.C
Wooldse veen	30.7.82	900	1: 6.000	F.C
Stelkampsveld	9.7.82	850	1: 5.500	F.C
	28.7.82*		1:10.000	PAN,GR,RO
	14.2.83*		1:10.000	PAN,ZW-IR
	21.6.83 +/-350		1: 2.300	F.C

* Gevlogen door de LH Wageningen

BIJLAGE C

SPECIFICATIES DAEDALUS SCANNER

Eigenschap	Specificatie
Apertuur	5"
Brandpuntafstand	6"
Effectieve apertuur	f/2
Aantal scans/sec.	12.5, 25, 50, 100
V/H (maximaal)	0.25
Totaal gezichtsveld	87 graden 20'
Gezichtsveld na rolcorrectie	77 graden 20'
Openingshoek	2.5 mrad
Sensoren	Si-diode array
Referenties DS-1260	
R1:	Zwart lichaam
R2: multispectraal	Tungsten lamp
R1, R2: thermisch IR	Twee zwarte lichamen met emissiecoëff. > 0.99
Bereik	-10 / +40 graden C
Sensoren	InSb en MCT

Tabel 1. Specificaties DS-1260 scanner: geometrisch optische eigenschappen en interne calibratie

KANAAL	BANDBREEDTE	P	"KLEUR"
1	380-420 nm	3 %	ultraviolet
2	420-450	1.2	violet
3	450-500	0.4	blauw
4	500-550	0.3	blauw-groen
5	550-600	0.2	groen-geel
6	600-650	0.2	oranje
7	650-690	0.2	rood
8	700-790	0.2	infrarood
9	800-890	0.2	infrarood
10	920-1100	0.35	infrarood
11	3.0-5.5 um	T: 0.2C	thermisch IR

SPECIFICATIES DAEDALUS SCANNER

12 8.0-14.0 um 0.2C thermisch IR

Tabel 2. Bandbreedten DS-1260 scanner. P is het minimaal detecteerbare reflectie verschil. T is het minimaal detecteerbare temperatuurverschil onder gemiddelde omstandigheden.

BIJLAGE D

SPECIFIKATIES SPECTROMETER

Type: TFDL "biomassameter"

Filters:	KLEUR	CENTR. GOLFL.	PIEK TRANSM.	BANDBR.	BIJ TRANSM.	VAN
				50%	10%	1%
	Groen	525 nm	45%	25	37,5	52,5
	Rood	660 nm	70%	30	36	45
	Infrarood	840 nm	45%	11,7	15,8	23,4

** Bandbreedten in nanometers **

Diafragma: 29x29 mm

Oppervlakte meetveld: bij meethoogte van 1 meter ca. 1m²

Meethoogte: 1 meter boven het gewas

Duur meetcyclus (3 golflengten invallend en gereflekteerd): ca. 1 sec.

Aantal meetcycli per proefvlak: 3

Invallend licht wordt gemeten door een witte diffusor.